POTENTIEL ÉCONOMIQUE DU PACAGE MARIN (SEA RANCHING) ET DE LA MISE EN VALEUR DE CERTAINES ESPÈCES DE MOLLUSQUES AU CANADA

PRÉPARÉ POUR

LE BUREAU DU COMMISSAIRE AU DÉVELOPPEMENT DE L'AQUACULTURE

JUIN 2001

104-07260/

TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION **1**
1. APERÇU 1
2. DÉMARCHE 2
3. GRANDES LIGNES 2

II. ÉTUDES DE CAS DE PACAGE MARIN **4**
1. APERÇU 4
2. ESTIMATIONS DE LA PRODUCTION 5
3. POINTS SAILLANTS DE CHAQUE ESPÈCE 5

III. IMPACTS ÉCONOMIQUES **13**
1. APERÇU 13
2. IMPACTS ÉCONOMIQUES 14
3. RÉSULTATS 16

IV. LA PECTINICULTURE AU JAPON **19**
1. APERÇU 19
2. DE LA CAPTURE À LA CULTURE : BREF HISTORIQUE 19
3. FACTEURS DE SUCCÈS 20
4. LE RÔLE DU GOUVERNEMENT 21
5. BIOLOGIE 22
6. TECHNIQUES 23
7. PRODUCTION 27
8. LEÇONS APPRISES 28

ANNEXE **30**

A. PANOPE DU PACIFIQUE **31**
1. CONTEXTE 31
2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES 31
3. MISE EN VALEUR DE LA PANOPE 32
4. MODÈLE DE PACAGE MARIN 33

B. PALOURDE JAPONAISE **36**
1. CONTEXTE 36
2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES 36
3. MISE EN VALEUR DE LA PALOURDE JAPONAISE 37
4. MODÈLE DE PACAGE MARIN 38

C. ORMEAU NORDIQUE **42**
1. CONTEXTE 42
2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES 42
3. MISE EN VALEUR DE L'ORMEAU 43
4. MODÈLE DE PACAGE MARIN 44

D. PÉTONCLE JAPONAIS **50**

1. CONTEXTE 50
2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES 51
3. MISE EN VALEUR DU PÉTONCLE 52
4. MODÈLE DE PACAGE MARIN 52

E. PÉTONCLE GÉANT 58
1. CONTEXTE 58
2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES 59
3. MISE EN VALEUR DU PÉTONCLE GÉANT 59
4. MODÈLE DE PACAGE MARIN 61

F. MYE 65
1. CONTEXTE 65
2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES 65
3. MISE EN VALEUR DE LA MYE 66
4. MODÈLE DE PACAGE MARIN 67

G. OURSIN VERT 71
1. CONTEXTE 71
2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES 72
3. MISE EN VALEUR DE L'OURSIN 73
4. MODÈLE DE PACAGE MARIN 73

H. HUÎTRE AMÉRICAINE ET PALOURDE AMÉRICAINE 77
1. CONTEXTE 77
2. POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT 78

RÉSUMÉ

1. APERÇU

Le présent rapport donne un aperçu des incidences économiques possibles du pacage marin ou de la mise en valeur de certaines espèces de mollusques et d'une espèce d'échinoderme. Ces techniques supposent que les mollusques ou les poissons soient élevés jusqu'au stade juvénile, puis lâchés (ensemencés sur le fond dans le cas des mollusques) en vue d'être récoltés ultérieurement en mer. Le pacage marin (ou la mise en valeur) se distingue de l'aquaculture classique par deux aspects :

- premièrement, il s'agit d'un mode d'élevage *extensif*, et non *intensif*, c'est-à-dire que la croissance a lieu dans l'habitat naturel plutôt que dans des cages ou des filets; et

- deuxièmement, ce mode d'élevage fait pour ainsi dire partie intégrante de l'industrie de la pêche commerciale.

Le potentiel du pacage marin demeure largement inexploré. L'étude avait pour objectif principal d'évaluer ce potentiel en se fondant sur une appréciation biophysique de la superficie utilisable. Neuf espèces de mollusques ont été examinées :

Côte ouest :
- panope du Pacifique (*Panope generosa*)
- palourde japonaise (*Tapes philippinarum*)
- ormeau nordique (*Haliotis kamtschatkana*)
- pétoncle japonais (*Patinopecten yessoensis*)

Côte est :
- pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*)
- mye (*Mya arenaria*)
- oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*)*
- huître américaine (*Crassostrea virginica*)
- palourde américaine (*Mercenaria mercenaria*)

Les modèles de production et les résultats présentés dans le présent document sont hypothétiques, dans la mesure où il existe peu d'exemples au Canada de la faisabilité biologique, technique et économique de la culture des espèces en question par ensemencement sur le fond. Aussi les résultats devraient-ils être interprétés comme ayant une valeur *indicative* plutôt que définitive, relativement à ce qui est possible. Outre cette mise en garde, plusieurs points méritent d'être mentionnés :

- Il existe un habitat convenant à chacune de ces espèces, puisque celles-ci se trouvent naturellement dans les eaux du Pacifique et de l'Atlantique.

- La culture sur le fond fait largement appel aux technologies, aux capacités et aux compétences existantes.

* L'oursin vert est un échinoderme.

- L'ensemencement sur le fond est déjà pratiqué avec succès dans d'autres secteurs où des travaux de développement ont été réalisés.

- Les techniques d'écloserie et les protocoles de production de naissain/juvéniles sont bien établis pour chaque espèce.

- La prédation par les crabes, les étoiles de mer, les escargots et les oiseaux est sans conteste le plus grand facteur limitatif de la culture sur le fond.

- Des investissements considérables en recherche et en développement s'imposent, si l'on veut concrétiser la vision de pacage marin à grande échelle au Canada. Les succès obtenus à l'étranger (Japon, Chine, États-Unis) constituent par ailleurs la meilleure preuve de la possibilité de réaliser cette vision.

L'ensemencement sur le fond d'espèces de mollusques de grande valeur est pratiqué à grande échelle au Japon et en Chine. Plus de la moitié des quelque 400 000 tonnes (poids vif) de pétoncles que produit le Japon provient de la culture par ensemencement sur le fond (le reste provient de la culture en suspension). Des centaines de kilomètres carrés de fond marin sont consacrés à l'ensemencement sur le fond, dans de vastes baies du nord du Japon. L'une des clés du succès des Japonais a été la collaboration étroite entre les pêcheurs commerciaux et le gouvernement aux fins du développement et de la gestion de la pêche. Malgré tout, la réussite n'a pas été facile. Il a fallu une vingtaine d'années de développement (entre les années 60 et les années 80) pour arriver à des niveaux de production élevés et vraisemblablement durables. Avant la mise au point des méthodes de culture, la production d'espèces sauvages était très irrégulière et n'avait jamais dépassé les 15 000 tonnes.

2. ESTIMATIONS DE LA PRODUCTION

Le produit du pacage marin de mollusques au Canada pourrait un jour avoir une valeur au débarquement de l'ordre de 1 à 1,5 milliard de dollars par année, sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique. Ces pêches pourraient créer ou stabiliser des milliers d'emplois et affermir la situation de nombreuses collectivités côtières.

Nous avons eu recours, aux fins de l'estimation de la production, à une méthode systématique. Cette démarche consistant à décrire hypothèses et résultats à l'égard de chacune des espèces est résumée au tableau 1.

3. INCIDENCES ÉCONOMIQUES

Le pacage marin hypothétique dont il est question dans le présent rapport produit des débarquements annuels d'une valeur de 1 255 millions de dollars, dont 769 millions sur la côte ouest et 486 millions sur la côte est.

L'incidence totale sur l'emploi est de 28 650 années-personnes, tandis que l'incidence totale sur le PIB (incidences directes, indirectes et effet multiplicateur confondus) totalise 1 860 millions de dollars.

Tableau 1 : Production du pacage marin – Hypothèses et résultats

	Pacage marin dans le Pacifique				Pacage marin dans l'Atlantique				
Paramètre	Panope du Pacifique	Palourde japonaise	Ormeau nordique	Pétoncle japonais	Pétoncle géant	Mye	Oursin vert	Huître américaine	Palourde américaine
Superficie d'habitat totale approximative (ha)	20 600	8 000	11 000	10 000	6 830 000	310 000	780 000	6 200	n,d,
Superficie de culture totale (ha)	3 000	3 000	2 500	3 000	250 000	7 000	5 000	3 000	2 000
Cycle de grossissement (années)	6	3	5	3	5	3	5	5	6
Superficie ensemencée chaque année (ha/an)	500	1 000	500	1 000	50 000	2 500	1 000	600	333
Densité d'ensemencement (naissains/m^2)	20	375	40	8	10	350	300	30	300
Besoins annuels de naissain (millions)	100	3 750	200	80	5 000	8 750	3 000	180	1 000
Survie (% jusqu'au stade d'adulte)	0,30	0,60	0,30	0,20	0,20	0,65	0,10	0,40	0,40
Densité finale (adultes/m^2)	6,00	225,00	12,00	1,60	2,00	227,50	30,00	12,00	120,00
Potentiel de récolte (millions/an)	30	2 250	60	16	1 000	5 688	300	72	400
Efficacité de la récolte (%)	0,85	0,95	0,95	0,85	0,85	0,75	0,80	0,90	0.85
Prix du naissain ($/naissain)	0,1400	0,0090	0,1000	0,0150	0,0150	0,0050	0,0300	0,0300	0,0150
Coût de grossissement ($/naissain)	0,4000	n,d,	0,1000	n,d,	0,0100	0,0150	n,d,	n,d,	n,d,
Coût d'ensemencement ($/ha)	25 000 $	10 000 $	120 000 $	20 $	20 $	10 000 $	20 $	25 $	25 $
Coût total annuel d'ensemencement	12 500 054 $	43 750 000 $	100 000 000 $	1 220 000 $	101 000 000 $	25 000 175 $	90 020 000 $	5 415 000 $	15 008 333 $
Poids moyen des adultes (kg)	0,685	0,018	0,95	0,125	0,016	0,010	0,100	0,095	0,020
Taille marchande (min)	(3)	38 mm	75 mm	(3)	10 g	38 mm	60mm	76 mm	50 mm
Poids total de la récolte (millions de kg)	17,5	38,5	5,4	1,7	13,6	42,7	24,0	12,2	6,8
PUE (kg/jour)	900	800	200	300	400	300	1 500	250	1 500
Effort (jours-bateau)	n,d,	n,d,	n,d,	5 667	34 000	n,d,	n,d,	0	0
Effort (plongeur ou jours-plongeur)	19 408	48 094	27 075	n,d,	n,d,	142 888	16 000	48 600	4 533
Prix au débarquement ($/kg)	20,00 $	5,00 $	40,00 $	6,50 $	13,00 $	2,75 $	5,50 $	3,50 $	2,50 $
Revenu total ($)	349 350 000 $	192 375 000 $	216 600 000 $	11 050 000 $	176 800 000 $	117 304 688$	132 000 000 $	42 525 000 $	17 000 000 $

1. Le coût d'ensemencement tient compte de la nécessité d'éloigner les prédateurs au moyen de filets protecteurs.
2. Le poids moyen et la récolte totale sont calculés en chairs seulement.
3. Aucune taille minimale légale.

I.

INTRODUCTION

1. APERÇU

Le présent rapport donne un aperçu des impacts économiques possibles de pacage marin ou "sea ranching". Il est à noter que le terme pacage marin sera utilisé dans le reste du document. Le pacage marin est défini comme une pêche dans le cadre de laquelle des mollusques ou des poissons sont élevés jusqu'au stade de juvéniles pour ensuite être libérés (culture de fond dans le cas des mollusques) et être ultérieurement récoltés en eaux libres. Le pacage marin se distingue de l'aquaculture conventionnelle de deux façons : premièrement, la démarche est basée sur des techniques *extensives* plutôt qu'*intensives*, c'est-à-dire que la croissance se fait dans l'habitat naturel et non pas dans des cages ou des filets; ensuite, la démarche est étroitement intégrée à l'industrie de la pêche commerciale.

Le rapport trouve sa raison d'être dans la prise de conscience du fait que les groupes d'intérêt du milieu de la pêche canadien se sont contentés jusqu'à présent de fonder leur industrie presque exclusivement sur des méthodes traditionnelles de capture, c'est-à-dire essentiellement sur ce que leur fournit la nature. Il y a là certains risques, comme les pêcheurs de poisson de fond de l'Atlantique l'ont appris à leurs dépens. L'aquaculture se transforme donc peu à peu en une industrie importante de plein droit, mais elle repose largement sur une seule espèce, le saumon, et ses activités sont concentrées dans deux provinces seulement, la Colombie-Britannique et le Nouveau-Brunswick. La production primaire de poisson du Canada est évaluée à 2,4 milliards de dollars (si l'on se base sur les prix à la ferme aquacole et au bateau). Les pêches commerciales (selon des méthodes traditionnelles) représentent environ 77 p. 100 de ce total, tandis que l'aquaculture fournit les 23 p. 100 qui restent.

Dans le contexte d'une industrie de la pêche commerciale structurée et gérée selon les principes de la variabilité naturelle et du hasard, le potentiel du pacage marin demeure largement inexploré, ce qui est malheureux quand on constate que l'expérience, ailleurs, montre que les groupes d'intérêt commerciaux établis ont tout à gagner de la participation à des méthodes fondées sur l'aquaculture (fermes marines et mise en valeur). Le principal objectif de notre étude était d'évaluer le potentiel de culture à partir d'une estimation biophysique de la superficie disponible pour cette activité, soit comme zone de pêche, comme zone de culture ou les deux. Huit espèces de mollusques et une espèce d'échinoderme ont donc été étudiées :

Côte ouest :

- Panope du Pacifique (*Panope generosa*)
- Palourde japonaise (*Tapes philippinarum*)
- Ormeau nordique (*Haliotis kamtschatkana*)
- Pétoncle japonais (*Patinopecten yessoensis*)

Côte est :

- Pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*)
- Mye (*Mya arenaria*)

- Oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*)*
- Huître américaine (*Crassostrea virginica*)
- Palourde américaine (*Mercenaria mercenaria*)

Le choix des espèces candidates est fondé sur deux critères. Les possibilités apparentes d'expansion (selon la superficie de l'habitat potentiel et les débarquements commerciaux antérieurs) et le potentiel de production économique. Ce ne sont pas les seules espèces qui répondent à ces critères, mais ce sont celles qui pouvaient être étudiées, compte tenu de la portée de notre étude. Le budget de l'étude a permis d'examiner sept espèces en détail et deux (la palourde américaine et l'huître américaine) de façon moins approfondie.

2. DÉMARCHE

La démarche générale que nous avons suivie pour l'estimation des impacts économiques comporte plusieurs étapes :

- déterminer les caractéristiques biophysiques de chaque espèce;
- estimer la superficie qui correspond à ces caractéristiques;
- choisir une zone de culture potentielle aux fins de l'étude de cas;
- établir les éléments d'une démarche axée sur la culture, y compris la densité et la méthode d'ensemencement, les besoins et la source de semence, l'éloignement des prédateurs (s'il y a lieu), les hypothèses quant au taux de survie, la méthode de récolte, ainsi que les prix et les revenus;
- estimer le coût à chacun des stades : production de naissain, ensemencement et récolte;
- incorporer les coûts à un modèle des entrées-sorties afin de déterminer les impacts économiques sur l'emploi et le produit intérieur brut.

Il convient de noter dès le départ que les modèles de culture et les résultats obtenus sont strictement hypothétiques. Bien que nous ayons utilisé les meilleures données mises à notre disposition pour l'analyse, on trouve peu d'exemples au Canada de la faisabilité biologique et technique d'une démarche d'ensemencement sur le fond. Ainsi, on ne peut qu'estimer les taux de survie, qui comptent pourtant parmi les facteurs-clés du succès. De plus, les secteurs qui offrent des conditions de croissance optimales ne sont pas très bien documentés. C'est pourquoi les niveaux de production potentiels ainsi que les coûts et les revenus établis au cours de l'analyse sont présentés avec des limites de confiance étendues.

3. GRANDES LIGNES

À la suite de l'introduction, le Chapitre II résume les études de cas de pacage marin des neuf espèces. Il expose les grandes lignes pour chaque espèce et contient un tableau détaillé des principales hypothèses et de leurs résultats. Les impacts économiques sont présentées au chapitre III qui décrit la méthodologie et les impacts directs, indirects et les effets induits sur l'emploi et le produit intérieur brut. Le chapitre IV donne un aperçu de l'expérience japonaise de la pectiniculture, aussi bien des techniques d'ensemencement sur le fond que de culture en suspension. Pour situer notre propre industrie et nos perspectives dans le contexte, précisons que la valeur au débarquement des pétoncles cultivés au Japon est de l'ordre de 475 à 525 millions de dollars.

* L'oursin vert est un échinoderme.

Les annexes contiennent les études de cas détaillées (huître et palourde américaines exceptées), décrivant les exigences biophysiques, les méthodes de culture et les hypothèses, ainsi que les résultats.

II.

ÉTUDES DE CAS DE PACAGE MARIN

1. APERÇU

Les modèles de production et les résultats présentés dans le présent document sont hypothétiques dans la mesure où il existe peu d'exemples au Canada de la faisabilité biologique, technique et économique de la culture des espèces en question au moyen d'une démarche d'ensemencement sur le fond. Ainsi, les résultats devraient être interprétés comme ayant une valeur *indicative* plutôt que définitive de ce qui est possible. Mis à part cette mise en garde, plusieurs points méritent d'être mentionnés :

- Il existe un habitat approprié à chacune de ces espèces puisqu'elles se trouvent naturellement dans les eaux du Pacifique et de l'Atlantique. Ainsi, la première difficulté consiste à déterminer l'étendue de l'habitat approprié et, ensuite, de préciser la superficie de la zone de culture, dans les limites de cet habitat, qui formera la base de l'analyse. L'établissement de cette superficie est assorti d'incertitudes considérables étant donné les lacunes dans les données, de sorte que nous avons opté pour une démarche prudente. De plus, pour la plupart des espèces, l'analyse ne fait pas de distinction entre l'espace marin public et celui qui est utilisé pour la pêche commerciale. En d'autres mots, les zones de pêche commerciale font partie de la zone de culture potentielle délimitée, puisque ce secteur est celui qui bénéficiera probablement le plus de la mise en valeur.

- La culture de fond a largement recours aux technologies, aux capacités et aux compétences existantes. L'ensemencement est assez simple et serait effectué au moyen de bateaux de pêche conventionnels et des équipages existants. Les pêcheurs commerciaux pourraient procéder à la capture de la même manière que pour la pêche des mollusques sauvages. Certains changements devraient être apportés aux plans institutionnels et de la gestion, afin de créer et de protéger les droits et d'assigner les responsabilités.

- L'ensemencement sur le fond est déjà réalisé avec succès dans d'autres secteurs où des travaux de développement ont été faits dans des domaines importants comme la production de naissain (ou le captage), la taille optimale du naissain et les densités d'ensemencement, le lieu et le moment optimaux, la lutte contre les prédateurs et la gestion. Citons comme exemples :

  - la culture du pétoncle au Japon, en Chine et au Canada (Îles-de-la-Madeleine et Nouveau-Brunswick)
  - l'huître dans la baie Chesapeake et à l'Île-du-Prince-Édouard
  - la mye dans le nord-est des États-Unis
  - la palourde américaine le long de la côte sud des États-Unis (Floride et Caroline du Sud) et dans quelques secteurs le long du détroit de Northumberland
  - la palourde japonaise et la panope du Pacifique en Colombie-Britannique.

- Les techniques d'écloserie et les protocoles de production de naissain/juvéniles sont bien établis pour chaque espèce. On suppose que les écloseries peuvent répondre à la totalité de la demande de naissain, surtout quand on connaît le peu de fiabilité de la production naturelle.

Afin de pouvoir établir du pacage marin à l'échelle anticipée dans la présente analyse, il faudrait une expansion substantielle de la capacité de production et des efforts considérables pour produire un meilleur cheptel reproducteur.

- La prédation par les crabes, les étoiles de mer, les escargots et les oiseaux est sans conteste le plus grand facteur limitatif de la culture sur le fond. L'éloignement des prédateurs, par conséquent, est un élément crucial du succès de cette entreprise. Certaines méthodes ont été mises au point à cette fin et sont utilisées dans d'autres secteurs (p. ex. protection au moyen de filets, dragage et capture au casier). On a aussi recours à des stratégies qui consistent par exemple à commencer l'exploitation avec un naissain plus gros et à procéder à l'ensemencement lorsque les prédateurs sont relativement inactifs. Les méthodes de culture intensive limitent la prédation en employant des techniques de culture en suspension ou des cages sur le fond. Mais ces méthodes exigeantes en investissements et en main-d'œuvre donnent généralement par ailleurs de faibles rendements économiques pour la plupart des espèces de mollusques à croissance lente.

- Il faudra faire des investissements considérables en recherche et en développement afin de concrétiser la vision de pacage marin à grande échelle au Canada. Les succès obtenus à l'étranger (p. ex. au Japon, en Chine et aux États-Unis) constituent par ailleurs la meilleure preuve de la possibilité de réaliser cette vision. Cependant, il faudra beaucoup d'années et d'investissements. Les initiatives conjointes de l'industrie et du milieu scientifique déjà en cours (p. ex. panope du Pacifique en Colombie-Britannique, pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine et huître à l'Île-du-Prince-Édouard) représentent des étapes initiales importantes qu'il faudra poursuivre et soutenir.

2. ESTIMATIONS DE LA PRODUCTION

Le pacage marin de mollusques pourraient, un jour, atteindre une valeur au débarquement de l'ordre de 1,0 à 1,5 milliard de dollars par année sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique du Canada. Le pacage marin pourrait créer ou stabiliser des milliers d'emplois et affermir la situation de nombreuses collectivités côtières.

Nous avons eu recours, pour l'estimation de la production, à une méthode systématique. Cette démarche, qui établit des hypothèses et donne les résultats pour chaque espèce, est résumée au tableau 1. Les détails, pour chaque espèce, sont présentés dans les annexes du présent rapport. Une explication de chacune des hypothèses et des résultats figure sur la page en regard du tableau 1.

3. POINTS SAILLANTS DE CHAQUE ESPÈCE

PACIFIQUE

Panope du Pacifique

- La pêche commerciale est stable après plusieurs années de diminution en raison de la surpêche. La pêche est pratiquée en plongée et gérée par quotas individuels.
- Aucune étude officielle de la superficie d'habitat qui offrirait des conditions optimales pour la panope n'a été réalisée, bien qu'on sache que les gisements exploitables connus s'étendraient sur quelque 20 600 ha. La superficie choisie pour l'analyse a été fixée par prudence à 3 000 ha,

selon une combinaison des conditions vraisemblablement optimales, du coût de développement de la culture et des restrictions à la pêche y compris la rivalité d'intérêt.
- Le recrutement est naturellement faible et variable.
- Les pêcheurs commerciaux ont entrepris un programme de mise en valeur au moyen de naissain produit en écloserie et engraissé en nurserie avant l'ensemencement.
- Des méthodes d'ensemencement mécanisées ont été mises au point.
- La protection au moyen de filets contribue à un taux de survie prévu de 25 p. 100.
- Les marchés sont fermes et devraient le demeurer dans un avenir prévisible.
- La valeur actuelle des débarquements est de l'ordre de 41 millions de dollars. Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement pourrait atteindre les 350 millions de dollars.

Palourde japonaise

- Une forte demande au début des années 1980 a donné lieu à des taux d'exploitation peu durables à la fin des années 1980 et à une baisse graduelle des stocks. Aujourd'hui, la pêche se caractérise par une capacité excessive substantielle et de courtes saisons de pêche.
- Quelque 664 gisements commerciaux de la palourde représentent environ 8 100 ha répartis le long de la côte sud. Ce total constitue la base d'une expansion substantielle du pacage marin. Le potentiel en bordure de la côte nord est inconnu. La superficie choisie pour la culture est établie à 3 000 ha, en grande partie en fonction des gisements sous-exploitées ou inexploitées.
- La production naturelle de naissain est hautement variable et insuffisante pour soutenir une grande expansion du pacage marin.
- Le pacage marin représente environ la moitié de la production totale, en poids, de la palourde japonaise en Colombie-Britannique et 75 p. 100, en valeur. Le naissain est obtenu auprès d'écloseries commerciales.
- On protège les zones nouvellement ensemencées au filet, ce qui contribue à assurer un taux de survie de 60 p. 100.
- Les marchés sont fermes, particulièrement pour le produit de culture, et devraient le demeurer dans un avenir prévisible.
- La valeur actuelle des débarquements est de l'ordre de trois à quatre millions de dollars. Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement pourrait atteindre les 190 millions de dollars.

Ormeau nordique

- Une pêche à demande limitée, pratiquée jusqu'au début des années 1970, a fait place à une expansion rapide de l'effort et des prises en réponse à une forte demande à la fin des années 1970. Des pêches non durables ont entraîné une baisse radicale des stocks et l'interdiction totale de la pêche en 1990. Cette espèce est maintenant inscrite sur la liste des espèces en voie de disparition du Gouvernement du Canada. Une pêche illégale est pratiquée, provoquée par les prix élevés.
- Aucune étude officielle de la superficie d'habitat qui offrirait des conditions optimales pour l'ormeau n'a été réalisée. L'ormeau se nourrit principalement d'algue néréocystis. De récents relevés montrent que les peuplements d'algues néréocystis représentent environ 11 000 ha. Des plongeurs expérimentés dans la récolte de l'ormeau ont indiqué que de 20 à 50 p. 100 de ces peuplements seraient favorables au pacage marin. Aux fins de notre analyse, nous avons opté pour la limite inférieure de cette échelle, soit 2 500 ha.
- Le captage de naissain de stocks sauvages est insuffisant à cause de l'épuisement du stock. Une production substantielle en écloserie sera donc nécessaire pour appuyer une pêche fondée sur l'aquaculture. La technologie existe déjà. Il faut aussi des installations de nurserie pour la croissance du naissain jusqu'au stade de juvénile avant l'ensemencement.

- On protège les zones nouvellement ensemencées au filet, ce qui contribue à assurer un taux de survie de 30 p. 100.
- Les marchés sont fermes et devraient le demeurer dans un avenir prévisible.
- Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement pourrait atteindre les 200 à 220 millions de dollars.

Pétoncle japonais (*Patinopecten yessoensis*)

- La culture a commencé en 1995 et la production serait actuellement de l'ordre de 30 t, d'une valeur de 200 000 $.
- Le potentiel de culture semble excellent, mais l'expansion de la production est limitée par les différends relatifs à l'utilisation du territoire et à l'habitat avec le MPO.
- La technologie de production et de grossissement du naissain en écloserie existe déjà.
- Aucune estimation de la superficie d'habitat du pétoncle n'a encore été faite, mais si l'on prend pour exemple l'habitat de la panope du Pacifique, on pourrait dire que la superficie nécessaire pour satisfaire aux exigences biophysiques du pétoncle japonais serait de l'ordre de 10 000 ha. Aux fins de notre étude, nous assumons que 3 000 ha constitueraient un habitat optimal pour la croissance du pétoncle japonais.
- Les marchés sont fermes et devraient le demeurer dans un avenir prévisible.
- Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement pourrait atteindre les 10 à 12 millions de dollars.

ATLANTIQUE

Pétoncle géant

- La pêche commerciale se divise en secteurs côtier et hauturier. Le secteur hauturier (principalement sur le banc de Georges et l'ouest de la plate-forme Scotian) est stable et bien géré, produisant de 4 000 à 6 000 t de chair par année, d'une valeur au débarquement de 90 à 110 millions de dollars. Le secteur côtier (principalement dans la baie de Fundy) connaît des problèmes de mauvaise gestion, de surpêche et de déclin des stocks.
- L'aire du pétoncle géant englobe une grande superficie et l'habitat approprié, dans les eaux côtières et proches du rivage, est estimée à quelque 68 300 km^2. La superficie choisie pour l'analyse est fixée par prudence à 2 500 km^2, selon une combinaison des conditions vraisemblablement optimales, du coût de développement de la culture et des restrictions à la pêche y compris la rivalité d'intérêt (p. ex. la pêche du homard).
- L'approvisionnement en naissain à l'échelle requise dépasse ce que peuvent produire les stocks sauvages. Il existe du naissain d'écloserie, mais la capacité devra être élargie substantiellement pour répondre aux besoins établis dans l'étude de cas.
- Afin d'arriver à un taux de survie acceptable, le naissain devrait être transféré à une aire de croissance et maintenu dans des paniers collecteurs jusqu'à ce qu'ils aient atteint une taille appropriée à l'ensemencement (25 mm). On assume un taux de survie de 20 p. 100.
- Les marchés sont fermes et devraient le demeurer dans un avenir prévisible.
- Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement du pacage marin pourrait atteindre les 175 millions de dollars.

Mye

- La mye soutient une petite pêche commerciale dans la région du Canada atlantique, dont les débarquements atteignent de quatre à cinq millions de dollars dans le sud du golfe du Saint-Laurent et dans la baie de Fundy.
- On estime l'habitat approprié à 3 100 km^2. La superficie jugée optimale pour la culture est de 25 km^2 (2 500 ha).
- L'approvisionnement en naissain à l'échelle requise dépasse ce que peuvent produire les stocks sauvages. Il existe du naissain d'écloserie, mais la capacité devra être élargie substantiellement pour répondre aux besoins établis dans l'étude de cas.
- La protection des zones nouvellement ensemencées au moyen de filet pourrait contribuer à assurer un taux de survie de 65 %.
- Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement du pacage marin pourrait atteindre les 100 à 120 millions de dollars.

Oursin vert

- La pêche commerciale de l'oursin vert a commencé vers la fin des années 1980, les principales activités se déroulant au large de la Nouvelle-Écosse. Les débarquements ont augmenté, passant d'environ 100 t à plus de 1 200 t au milieu des années 1990, par suite d'une forte hausse des prix. La maladie a réduit les stocks et les débarquements ont chuté à 900 t en 2000.
- Les oursins se nourrissent de varech, se déplaçant par bandes de broutement dans les peuplements. La récolte se fait en plongée seulement, chaque bateau étant limité à quatre plongeurs. La pêche est gérée par limitation de l'accès, chaque titulaire de permis ayant un accès exclusif à certaines zones.
- La maladie et non la pêche est la principale menace à la durabilité biologique et économique. Une mortalité massive catastrophique, survenue au début des années 1980 a réduit la biomasse sur la plate-forme Scotian d'environ 270 000 t.
- On estime l'habitat approprié (peuplements de varech) à 7 800 km^2. Sur ce total, 100 km^2 (10 000 ha) forment la base de l'étude de cas; 2 000 ha seraient ensemencés chaque année.
- Il existe du naissain d'écloserie, mais la capacité devra être élargie substantiellement pour répondre aux besoins établis dans l'étude de cas.
- Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement du pacage marin pourrait atteindre les 130 millions de dollars. Le principal risque associé à la culture de l'oursin est celui des mortalités massives périodiques. Elles sont imprévisibles.

Huître américaine

- Plusieurs tentatives de rétablissement des bancs d'huîtres sont en cours à l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau-Brunswick. Ces initiatives comprennent le captage de naissain, la collecte de coquillages devant servir de collecteur sur lequel le naissain vient se fixer, l'éloignement des prédateurs (principalement au moyen de casiers à étoiles de mer) et le reparcage des huîtres en vue du rétablissement des populations. Certains des projets sont bien avancés et affichent d'importantes augmentations de production.
- L'approvisionnement en naissain à l'échelle requise dépasse ce que peuvent produire les stocks sauvages. Il existe du naissain d'écloserie, mais la capacité devra être élargie substantiellement pour répondre aux besoins établis dans l'étude de cas.
- L'ostréiculture est pratiquée dans la région du Canada atlantique depuis le milieu des années 1860. Les gisements publics et les baux ostréicoles englobent quelque 6 200 ha, bien que plusieurs des baux soient assez restreints et inactifs et qu'une grande partie de la superficie visée soit peu productive. La production a augmenté modérément au cours des 20 dernières

années, à la suite, pour une grande part, des initiatives de rétablissement des gisements. Les débarquements commerciaux sont évalués à sept ou huit millions de dollars.

- Une grande partie des 6 200 ha de bon terrain ostréicole devrait d'abord faire l'objet d'activités de rétablissement avant toute initiative de culture. Aux fins de l'étude de cas, on assume que la moitié de la superficie possible (3 000 ha) est utilisée, 600 ha étant ensemencés chaque année.
- Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement du pacage marin pourrait atteindre les 40 millions de dollars.

Palourde américaine

- Il s'agit d'une espèce robuste qui offre d'excellentes perspectives de culture. Il existe présentement une pêche commerciale dont les débarquements sont estimés à environ un million de dollars. Aux États-Unis (entre le Maine et la Floride), la pêche commerciale rapporte une valeur au débarquement de 50 à 60 millions de dollars.
- La culture se pratique à petite échelle dans la région du Canada atlantique, principalement dans les eaux chaudes du détroit de Northumberland. Aux États-Unis, la culture de cette palourde représente une industrie importante, particulièrement au cap Cod et dans les États du Sud où les eaux relativement chaudes permettent aux éleveurs d'obtenir une palourde commercialisable en deux ou trois ans (comparativement à cinq ou six ans au Canada).
- Il existe du naissain d'écloserie, mais la capacité devra être élargie substantiellement pour répondre aux besoins établis dans l'étude de cas.
- Pour atteindre un taux de survie acceptable, le naissain devrait être transféré dans une nurserie et maintenu dans des paniers collecteurs jusqu'à ce qu'ils aient atteint la taille appropriée. L'ensemencement peut se faire ensuite avec ou sans filet protecteur. On assume un taux de survie de 40 p. 100.
- Aucune estimation de la superficie d'habitat de la palourde américaine n'a encore été faite, mais si l'on prend pour exemple l'habitat de la mye, on s'attend à ce que la superficie totale dépasse plusieurs milliers d'hectares. On assume que la superficie optimale de culture serait de 2 000 ha, 335 ha étant ensemencés chaque année.
- Selon l'étude de cas, la valeur au débarquement du pacage marin établi pourrait atteindre les 17 millions de dollars.

Tableau 1 : Production du pacage marin – Hypothèses et résultats

	Pacage marin dans le Pacifique				Pacage marin dans l'Atlantique				
Paramètre	Panope du Pacifique	Palourde japonaise	Ormeau nordique	Pétoncle japonais	Pétoncle géant	Mye	Oursin vert	Huître américaine	Palourde américaine
Superficie d'habitat totale approximative (ha)	20 600	8 000	11 000	10 000	6 830 000	310 000	780 000	6 200	n,d,
Superficie de culture totale (ha)	3 000	3 000	2 500	3 000	250 000	7 000	5 000	3 000	2 000
Cycle de grossissement (années)	6	3	5	3	5	3	5	5	6
Superficie ensemencée chaque année (ha/an)	500	1 000	500	1 000	50 000	2 500	1 000	600	333
Densité d'ensemencement (naissains/m^2)	20	375	40	8	10	350	300	30	300
Besoins annuels de naissain (millions)	100	3 750	200	80	5 000	8 750	3 000	180	1 000
Survie (% jusqu'au stade d'adulte)	0,30	0,60	0,30	0,20	0,20	0,65	0,10	0,40	0,40
Densité finale (adultes/m^2)	6,00	225,00	12,00	1,60	2,00	227,50	30,00	12,00	120,00
Potentiel de récolte (millions/an)	30	2 250	60	16	1 000	5 688	300	72	400
Efficacité de la récolte (%)	0,85	0,95	0,95	0,85	0,85	0,75	0,80	0,90	0,85
Prix du naissain ($/naissain)	0,1400	0,0090	0,1000	0,0150	0,0150	0,0050	0,0300	0,0300	0,0150
Coût de grossissement ($/naissain)	0,4000	n,d,	0,1000	n,d,	0,0100	0,0150	n,d,	n,d,	n,d,
Coût d'ensemencement ($/ha)	25 000 $	10 000 $	120 000 $	20 $	20 $	10 000 $	20 $	25 $	25 $
Coût total annuel d'ensemencement	12 500 054 $	43 750 000 $	100 000 000 $	1 220 000 $	101 000 000 $	25 000 175 $	90 020 000 $	5 415 000 $	15 008 333 $
Poids moyen des adultes (kg)	0,685	0,018	0,95	0,125	0,016	0,010	0,100	0,095	0,020
Taille marchande (mm)	(3)	38 mm	75 mm	(3)	10 g	38 mm	60mm	76 mm	50 mm
Poids total de la récolte (millions de kg)	17,5	38,5	5,4	1,7	13,6	42,7	24,0	12,2	6,8
PUE (kg/jour)	900	800	200	300	400	300	1 500	250	1 500
Effort (jours-bateau)	n,d,	n,d,	n,d	5 667	34 000	n,d,	n,d,	0	0
Effort (plongeur ou jours-plongeur)	19 408	48 094	27 075	n,d,	n,d,	142 888	16 000	48 600	4 533
Prix au débarquement ($/kg)	20,00 $	5,00 $	40,00 $	6,50 $	13,00 $	2,75 $	5,50 $	3,50 $	2,50 $
Revenu total ($)	349 350 000 $	192 375 000 $	216 600 000 $	11 050 000 $	176 800 000 $	117 304 688$	132 000 000 $	42 525 000 $	17 000 000 $

4. Le coût d'ensemencement tient compte de la nécessité d'éloigner les prédateurs au moyen de filets protecteurs.
5. Le poids moyen et la récolte totale sont calculés en chairs seulement.
6. Aucune taille minimale légale.

Tableau 1 (suite): Définitions

Superficie d'habitat totale approximative : fondée sur les conditions biophysiques minimales, notamment la température, la salinité, le substrat, la profondeur et la disponibilité de la nourriture. L'estimation repose sur les données et les documents existants (côte ouest) ou est tirée d'une combinaison des documents et des cartes lorsqu'il n'existe aucune estimation (côte est).

Superficie de culture totale : correspond à la superficie susceptible d'offrir des conditions optimales de croissance et est aussi limitée par les estimations de ce qui semble raisonnable en terme de production de naissain, de coût du naissain et de l'ensemencement, et de la capacité de récolte.

Cycle de grossissement : indique le temps nécessaire pour le grossissement à partir du naissain jusqu'à la taille commerciale dans l'habitat naturel. Le temps habituel de 4 à 5 ans rend les méthodes d'aquaculture classiques relativement peu attrayantes d'un point de vue économique.

Superficie ensemencée chaque année : nous supposons une méthode de récolte par rotation, selon laquelle la zone à ensemencer chaque année correspondrait à la superficie totale de culture divisée par le nombre d'années nécessaires pour que le mollusque ou bien l'échinoderme atteigne une taille commerciale. De cette façon, la capacité en écloserie et en nurserie est pleinement utilisée.

Densité d'ensemencement : la détermination de la densité optimale d'ensemencement se fait par essais et erreurs. Une densité trop élevée limite la croissance individuelle; une densité trop faible entraîne une perte d'espace et une hausse des coûts de récolte. Les densités données sont basées sur des expériences de culture réelles ou sont calculées en données brutes à partir de densités finales connues dans le cadre de la pêche de stocks sauvages en tenant compte de la mortalité due à la prédation.

Besoins annuels de naissain : calculés en multipliant la densité d'ensemencement par les superficies unitaires (m^2). Dans certains cas, les besoins annuels dépassent substantiellement la capacité actuelle. On suppose que le secteur d'écloserie pourra s'adapter avec le temps.

Survie : indique le pourcentage de naissains / juvéniles susceptible d'être recrutés au sein de la population exploitable. Le pourcentage varie selon les espèces et dépend principalement des efforts visant à éloigner les prédateurs ou de l'utilisation de naissains fixés de plus grande taille (offrant une résistance accrue aux prédateurs).

Densité finale : obtenue en appliquant le pourcentage de survie à la densité d'ensemencement initiale.

Potentiel de récolte : le nombre total d'animaux obtenu en appliquant la densité finale à la superficie ensemencée chaque année.

Efficacité de la récolte : donne le pourcentage du potentiel de récole réellement capturé et tient compte de l'efficacité relative de la méthode de pêche.

Prix du naissain : estimation actuelle des prix du naissain basés sur les prix affichés à l'écloserie et l'information fournie par les éleveurs. On peut s'attendre à des économies d'échelle et à des prix vraisemblablement inférieurs à mesure que la capacité augmentera.

Coût de grossissement : coût associé au grossissement du naissain à partir de la taille minimale viable jusqu'à une taille qui permet d'abaisser la vulnérabilité aux prédateurs à des niveaux acceptables.

Coût d'ensemencement : représente le coût de l'ensemencement (à partir de bateaux ou à la main, au moyen d'engins mécaniques ou par des plongeurs) et le coût de l'éloignement des prédateurs au moyen de filets protecteurs. Les filets sont utilisés pour la panope du Pacifique, la palourde japonaise et l'ormeau nordique sur la côte du Pacifique, et pour la mye sur la côte atlantique.

Coût total annuel d'ensemencement : la somme du prix du naissain, de la période en nourricerie et de l'ensemencement.

Poids moyen des adultes : le poids moyen d'un animal qui répond aux critères de taille commerciale à la fin du cycle de grossissement.

Poids total de la récolte : obtenu en multipliant le poids moyen par le potentiel de récolte, rajusté en fonction de l'efficacité de la récolte.

PUE (prises par unité d'effort): une estimation du niveau d'effort requis pour récolter le poids total. L'estimation, obtenue à partir des données de captures commerciales, devrait être exacte pour les pêches fondées sur la culture puisque la densité finale est basée sur la pêche des populations sauvages.

Effort : le nombre de jours de pêche commerciale ou les jours-plongeurs requis pour capturer le poids total de la récolte.

Prix au débarquement : le prix actuel au bateau pour chacune des espèces. Les prix réels pourrait diminuer quelque peu au fur et à mesure de l'augmentation de la production prévue dans les études de cas. Mais compte tenu de la nature hypothétique de l'exercice et de la marge d'erreur d'autres variables, aucun effort n'a été fait pour tenter d'incorporer des élasticités par rapport au prix dans les estimations de la valeur totale des débarquements, non plus qu'il n'a semblé nécessaire de faire une analyse de sensibilité des prix.

Revenu total : obtenu en multipliant le poids total de la récolte par le prix au débarquement.

III.

IMPACTS ÉCONOMIQUES

1. APERÇU

Les océans du Canada offrent un habitat productif à un large éventail d'espèces marines qui sont exploitées principalement au moyen de méthodes traditionnelles de capture. Le succès de ces pêches dépend des variations naturelles et de la capacité de maintenir les stocks en limitant le niveau d'exploitation.

Le Canada a connu un succès mitigé dans le domaine de la gestion des pêches. Une expansion rapide de la capacité de pêche s'est produite au cours des années 1970 et 1980, lorsque les intérêts de la pêche canadiens ont cherché à tirer parti des avantages de l'extension de la compétence du Canada en matière de pêche (la limite des 200 milles). Vers le milieu des années 1980, la capacité dépassait largement la disponibilité des ressources et la pêche était pratiquée à des niveaux non durables. Les tentatives du MPO de ramener la capacité à un niveau correspondant aux ressources existantes par des quotas et différentes limites imposées aux intrants ont eu des résultats limités. Vers le début des années 1990, de nombreux stocks avaient diminué sur les deux côtes, laissant des milliers de personnes sans travail.

Dans ce contexte, quatre tendances importantes se sont amorcées : i) on a observé une transition graduelle de pêches pratiquées en concurrence vers des pêches fondées sur les droits, introduisant les quotas individuels; ii) le MPO a mis sur pied des programmes de rachat afin de réduire la capacité (le nombre de bateaux a chuté de 30 p. 100 pendant les années 1990); iii) une expansion substantielle des stocks de mollusques a compensé la chute précipitée des stocks de poisson de fond sur la côte est (la part des mollusques et crustacés de la valeur totale est passée de 50 p. 100 en 1990 à 82 p. 100 en 1999); iv) l'aquaculture est ressortie de cette aventure comme un facteur de contribution important à la valeur de la production halieutique du Canada (particulièrement sur la côte ouest où, en 1999, la valeur à la ferme égalait presque la valeur des débarquements de la pêche commerciale).

Ces tendances ont au moins deux répercussions importantes pour le pacage marin.

- Un des facteurs qui limitent le développement et l'expansion du pacage marin est la sécurité de l'investissement – la personne ou l'organisme qui ensemence et entretient un secteur devrait s'attendre à obtenir un accès exclusif à la « récolte ». L'aquaculture classique le fait au moyen d'un bail. La réorientation vers une démarche axée sur les droits pour la pêche par les méthodes traditionnelles de capture est assortie de la promesse d'un cadre qui garantirait une telle sécurité pour le pacage marin. Il faudrait étendre le système des droits de quota à des droits territoriaux un peu comme celui qui est en vigueur pour la pêche de l'oursin sur la côte atlantique.
- L'aquaculture est établie comme un important facteur de contribution à la production de poissons et fruits de mer au Canada, représentant un peu moins de 25 p. 100 de la valeur totale au débarquement. Mais la production aquacole est dominée par une seule espèce, le saumon, qui représente 80 p. 100 de la valeur totale. De plus, les activités de production exigent une forte intensité de capital. Le potentiel de production, non seulement d'une large gamme

d'autres espèces de poissons et de mollusques, mais aussi au moyen de méthodes innovatrices et moins coûteuses, est considérable. L'ensemencement sur le fond est une de ces méthodes.

En bref, les eaux qui se trouvent au large des côtes est et ouest offrent un potentiel de production beaucoup plus grand (aquaculture classique et culture sur le fond). Mais les efforts d'expansion et de diversification, mis à part quelques espèces, se heurtent à des défis formidables. Les ressources disponibles pour la recherche et le développement sont insuffisantes. De plus, les utilisateurs établis des eaux côtières à des fins récréatives et commerciales s'y opposent, craignant de perdre leur accès à l'océan ainsi que les effets potentiellement négatifs sur l'environnement d'une culture intensive, particulièrement d'espèces de poisson.

Les méthodes d'aquaculture et les espèces ne posent pas toutes ce genre de menaces. Les techniques *extensives* (aussi appelées de mise en valeur), comme l'ensemencement de l'habitat naturel, représentent des solutions de rechange possibles aux méthodes classiques d'élevage en cage et en suspension. L'ensemencement sur le fond, s'il est adapté aux conditions canadiennes, offre la possibilité d'augmenter substantiellement la production tout en constituant la base de milliers d'emplois additionnels dans le domaine des pêches pour les collectivités côtières.

Il convient aussi de noter que le pacage marin ne déplacerait pas les intérêts commerciaux établis. Ceux-ci formeraient plutôt le fondement de la pêche, tout comme pour la pêche commerciale. Dans un cas comme dans l'autre, les techniques de pêche traditionnelles continueraient d'être employées. La pêche se déroulerait simplement dans un contexte plus coopératif, où les droits sont clairement définis. La démarche japonaise qui comprend des coopératives de pêcheurs offre un modèle possible (le chapitre IV contient plus de détails à ce sujet).

2. IMPACTS ÉCONOMIQUES

DÉMARCHE

L'analyse des impacts économiques a un objectif bien simple : évaluer la mesure dans laquelle les dépenses engagées en vue de produire un bien ou un service particulier influeront sur l'économie, à partir d'indicateurs comme les revenus et l'emploi. Cette technique analytique se distingue de l'analyse de l'efficience économique dont l'objectif est de déterminer si l'activité productive est valable sur le plan économique – c.-à-d. si elle représente la meilleure utilisation possible des ressources.

Il est impossible à ce stade d'effectuer une analyse de l'efficience économique (faisabilité) du pacage marin. Un des facteurs qui nous empêche de faire ce genre d'analyse est le manque de données de grande qualité sur les variables biophysiques propres à certaines zones et la façon dont elles sont liées à la survie et à la croissance. De plus, le coût associé aux années de recherche et développement nécessaires pour amener le pacage marin au stade d'une activité régulière n'est pas connu. Il a fallu aux Japonais de 20 à 30 ans d'essais et erreurs avant d'obtenir les résultats impressionnants de la dernière décennie.

Parallèlement, pour faire cette analyse, il faut poser comme hypothèse que le pacage marin est réalisable. Il suffit ensuite de faire des hypothèses raisonnables à propos des variables principales et d'estimer le coût de production. Ces coûts sont répartis entre des produits précis et utilisés pour alimenter un modèle économique afin de produire une estimation des impacts.

Plus particulièrement, la démarche comprend les étapes suivantes :

1. Déterminer les intrants requis pour chacun des trois stades de culture : production du naissain, ensemencement et récolte. Ceux-ci sont présentés au chapitre 1, tableau 1.

2. Faire une estimation du coût de production (exploitation seulement) à chaque stade. Les coûts sont répartis par produit et exprimés en pourcentage du total. Par exemple, les principaux éléments de coût d'une écloserie sont la main-d'œuvre, les services publics et la nourriture; pour l'ensemencement, les principaux éléments de coût seront le carburant, l'entretien des bateaux, l'équipage et les filets (pour la protection contre les prédateurs); tandis que pour la récolte, les principaux éléments seront le carburant, l'entretien, les fournitures, le coût des engins, l'assurance et l'équipage. Une marge représentant le rendement du capital investi (marge bénéficiaire normale) est intégrée comme élément de coût pour les produits (cette marge est comprise dans la répartition entre les produits à chaque stade).

3. La valeur précise des dépenses pour chaque produit doit être établie pour alimenter le modèle économique. Elle est calculée en appliquant le pourcentage de l'étape 2 au total des dépenses à chaque stade. Ces totaux figurent au tableau 1. Pour la récolte, le coût de production totale correspond à la valeur des débarquements.

4. Le total des dépenses par produit sert à alimenter un modèle d'entrées-sorties permettant de connaître les impacts économiques. Aux fins de l'analyse, nous utilisons une variante du modèle d'entrées-sorties interrégional de Statistique Canada (version de 1994). Le modèle fournit une estimation des impacts sur l'emploi et le produit intérieur brut (PIB) par province, aux niveaux direct, indirect et induit. Aux fins du rapport, les totaux pour les provinces de l'Atlantique et du Québec sont regroupés en un seul total pour la côte est. Le total pour le Pacifique est celui de la Colombie-Britannique.

   - **Impacts directs** – découlent des dépenses engagées pour l'activité en question : p. ex. les biens et les services nécessaires pour produire le naissain et récolter le résultat. De plus, les dépenses de salaires produisent des emplois et contribuent au PIB.

   - **Impacts indirects** – découlent des liens avec l'économie générale. Par exemple, si l'engin de pêche est fabriqué ou que les bateaux sont entretenus, les usines et les chantiers navals devront accroître leur production pour satisfaire à la demande. Une augmentation des engins requis entraîne une augmentation de la demande d'intrants comme l'acier et la ficelle qui, à leur tour favorisent une hausse de l'activité au sein des industries qui fournissent les biens et les services nécessaires pour produire ces articles, et ainsi de suite.

   - **Effets induits** – découlent également des liens avec l'économie générale. Elles résultent des dépenses renouvelées des revenus gagnés dans les secteurs qui prennent de l'expansion pour répondre à la demande directe et indirecte. Par exemple, les équipages de bateaux dépensent leur revenu pour l'achat de vêtements et de nourriture. Ces dépenses aident à soutenir les commerces de détail qui, à leur tour, paient des salaires qui sont dépensés et redépensés, etc.

3. RÉSULTATS

IMPACTS GLOBALS

Le pacage marin hypothétique décrit au chapitre II produit des débarquements annuels d'une valeur de 1 255 millions de dollars, dont 769 millions sur la côte ouest et 486 millions sur la côte est.

Les impacts totals sur l'emploi sont de 28 650 années-personnes, tandis que les impacts totals sur le PIB totalisent 1 860 millions de dollars.

Les valeurs sont données au tableau 2.

Impacts directs

Le ea ranching produiraient environ 15 000 années-personnes d'emploi direct et un peu plus de 900 millions de dollars en PIB direct, principalement dans les écloseries, à bord des bateaux servant à l'ensemencement et dans le cadre des pêches commerciale pour la récolte (équipages, plongeurs et cueilleurs).

Impacts indirects

L'emploi indirect est estimé à un peu moins de 3 000 années-personnes et le PIB, à 110 millions de dollars, dans les industries qui fournissent des biens et des services aux écloseries et au secteur de la pêche commerciale. Les données sont relativement peu élevées parce que les besoins d'intrants représentent ordinairement moins de la moitié du coût d'exploitation de ces secteurs (le reste est généralement attribuable à la rémunération du travail et au rendement du capital investi) et, également, parce que les industries fournissant les biens et les services sont surtout capitalistiques (services publics, raffineries, etc.).

Effets induits

L'emploi induit est estimé à un peu plus de 10 000 années-personnes et le PIB, à 830 millions de dollars. Les données sont passablement élevées parce qu'une part substantielle des dépenses directes est sous la forme de revenus du travail (part des équipages) et de rendement du capital investi. Ainsi, une proportion relativement élevée des dépenses directes se fait dans le secteur du détail, ce qui a des effets induits élevés.

Tableau 2

Impacts économiques du pacage marin

		Côte est	Côte ouest	Total pour le Canada
Valeur au débarquement (millions $)		492	768	1 260
Emploi (années-personnes)				
	Directs	6 950	8 500	15 450
	Indirects	1 050	1 900	2 950
	Induits	3 650	6 600	10 250
	Emploi total	11 650	17 000	28 650
PIB (millions $)				
	Impacts directs	350	570	920
	Impacts indirects	30	80	110
	Effets induits	280	550	830
	Total du PIB	660	1 200	1 860

ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Les résultats illustrés au tableau 2 ont été calculés à partir de nombreuses hypothèses parce que les données sur les variables principales sont limitées. Par conséquent, ils ont une marge de confiance très étendue, ce qui signifie que tout changement apporté à une hypothèse d'origine pourrait se traduire par une modification substantielle des impacts. C'est ce qu'illustre le tableau 3, où deux variables – la superficie de culture possible et le taux de survie – sont modifiées simultanément de plus et moins 25, 50 et 100 p. 100 (les taux de survie de la palourde japonaise et de la mye ne sont pas modifiés parce que les modèles tiennent compte de l'éloignement des prédateurs et de taux de survie relativement élevés). Les revenus potentiels produits varient entre 314 millions de dollars (en supposant une réduction de 50 p. 100 du taux de survie et de la superficie) et 4,4 milliards de dollars (en supposant une augmentation de 100 p. 100 de la superficie et du taux de survie). Les impacts économiques changeraient en proportion du changement de revenus.

Tableau 3 : Analyse de sensibilité – changement du total des revenus résultant de modifications des hypothèses relatives à la superficie de culture et au taux de survie (valeurs en millions de dollars)

Pourcentage d'écart	Panope du Pacifique	Palourde japonaise	Ormeau nordique	Pétoncle japonais	Pétoncle géant	Mye	Oursin vert	Huître américaine	Palourde américaine	Total
-25	197	108	122	6	99	66	74	24	10	706
-50	87	48	54	3	44	29	33	11	4	314
-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hypothèse de base	349	192	217	11	177	117	132	43	17	1 255
25	546	240	338	17	276	147	206	66	27	1 864
50	786	289	487	25	398	176	297	96	38	2 592
100	1 387	385	866	44	707	235	528	170	68	4 401

IV.

LA PECTINICULTURE AU JAPON

1. APERÇU

L'expérience japonaise est d'une valeur inestimable parce qu'elle est un succès et aussi parce qu'elle sert de base à presque toute l'activité mondiale actuelle en matière de culture et de mise en valeur. Les Japonais utilisent une combinaison d'ensemencement de fond et de culture en suspension (panier japonais et panier lanterne, culture en boucle d'oreille) avec énormément de succès dans les deux cas. L'industrie repose sur la culture du pétoncle japonais (*Patinopecten yessoensis*), une espèce de la même famille (Pectinidae) que le pétoncle géant que l'on trouve sur la côte est du Canada. Depuis vingt-cinq ans, la production de pétoncles est passée d'un peu plus de quelques centaines de tonnes à environ 300 à 400 000 tonnes (poids vif) par année. Le prix au bateau se chiffrant à peu près à 10 $/kg, la pêche du pétoncle de culture au Japon rapporte quelque 475 à 525 millions de dollars l'an.

Pour arriver à ce niveau de production et le maintenir, l'industrie a dû évoluer, passant d'une pêche traditionnelle des gisements sauvages à une activité axée fortement sur la culture. De fait, la pêche est entièrement fondée sur un effort dirigé et intensif de captage du naissain de pétoncle qu'on laisse ensuite grossir jusqu'à une taille commercialisable sur le fond, dans des paniers suspendus et sur des filières en suspension. La culture de fond domine la production à Hokkaido, tandis que la principale méthode utilisée à Aomori est la culture en suspension.

2. DE LA CAPTURE À LA CULTURE : BREF HISTORIQUE

Au Japon, la pêche du pétoncle remonte à l'antiquité. Le pacage marin, tire ses origines d'expériences de captage de naissain et d'ensemencement, réalisées au début du XX^{e} siècle, vers les années 1930. On note de grandes fluctuations des débarquements entre 1910 et 1945, après quoi ceux-ci ont connu une baisse rapide. Ils sont demeurés faibles, à moins de 10 000 t, jusqu'au début des années 1970, lorsqu'un effort concerté d'expansion de l'industrie par la mise en valeur des stocks a commencé à donner des résultats. En 1980, les débarquements avaient atteint la barre des 100 000 t et, en 1990, avaient franchi celle des 200 000 t. La moyenne pour les années 1990 était d'un peu moins de 235 000 t. On attribue une grande partie du crédit de cette réussite directement à la collaboration des pêcheurs et des gouvernements qui ont travaillé ensemble à la mise en valeur et à la gestion de leurs pêches.

Le naissain de pétoncle a été ensemencé sur le fond pour la pêche au moyen de méthodes traditionnelles de capture à Hokkaido, dès 1936. Récemment, l'expansion des collectivités côtières dans le nord-est de Hokkaido a été associé directement à la mise en valeur des pêches traditionnelles ou de stocks « sauvages ». Historiquement, la culture par ensemencement et la production de gisements sauvages au fond de la mer à Hokkaido ont contribué pour environ 40 à 45 p. 100 à la production japonaise totale de pétoncle. Les débarquements soutenus à Hokkaido sont attribués aux activités de captage de naissain, d'ensemencement sur le fond, de protection des juvéniles et aux méthodes de récolte par alternance dans les zones de récolte de pétoncles sauvages. La pêche traditionnelle du pétoncle a donc évolué et dépend maintenant largement des techniques de culture pour la mise en valeur des méthodes traditionnelles de capture.

La culture en suspension a commencé véritablement dans les limites de la Préfecture d'Aomori au début des années 1970, lorsqu'on a perfectionné les techniques de captage du naissain. Au début des années 1970, le captage de naissain était tellement efficace que 2,3 millions de collecteurs de naissain ont été mis en place et 40 milliards de jeunes larves détroquées. L'accroissement rapide de la production à cette époque est directement attribuable au succès des efforts de captage et au perfectionnement de la culture en suspension. Des mortalités massives sont survenues vers le milieu des années 1970, mais les scientifiques ont pu déterminer le niveau optimal d'introduction de naissain et, par la suite, ont apporté des solutions au problème de mortalité. La culture en suspension domine la production à Aomori où 30 p. 100 de la production totale est obtenue par culture sur le fond.

En général, les pétoncliers et leurs associations coopératives de pêcheurs (ACP) mettent en valeur et exploitent des zones où ils détiennent des droits d'usage. Ces droits sont définis par la loi et tiennent compte des antécédents historiques et des droits acquis. Les régimes de droits et de pêche sont décrits plus en détail dans les paragraphes qui suivent.

3. FACTEURS DE SUCCÈS

Avec le temps, la pêche par des méthodes traditionnelles a évolué et est devenue du pacage marin. À mesure que les techniques de captage de naissain, d'ensemencent sur le fond et de culture en suspension ont évolué, les pêcheurs traditionnels les ont adoptées pour compléter la production. L'histoire de l'exploitation du pétoncle japonais doit par conséquent être considérée comme l'évolution d'un processus marqué par l'innovation et la coopération, orienté vers l'accroissement de la production.

De fait, il est évident qu'il a fallu un effort dirigé des gouvernements, des pêcheurs et d'autres groupes d'intérêt sur une longue période de temps pour transformer la pêche du pétoncle sauvage au Japon en pacage marin. Il n'y a pas eu pour autant de déplacement des pêcheurs par les pectiniculteurs; ce sont plutôt les pêcheurs eux-mêmes qui ont graduellement adopté des techniques de mise en valeur en vue d'accroître les stocks et de stabiliser et d'élargir leur production. La récolte de pétoncles sauvages est devenue graduellement du pacage marin, à mesure qu'on perfectionnait les techniques de captage du naissain et de grossissement.

Les facteurs auxquels on peut attribuer en grande partie le succès des pêches côtières japonaises et, en particulier, de la pêche du pétoncle sont notamment les suivants :

Une amélioration des zones productives. Les activités de mise en valeur sont dirigées vers les zones productives traditionnelles. Des évaluations économiques et statistiques continues permettent de s'assurer que les activités de mise en valeur sont rentables et ajoutent de la valeur.

Captage et propagation du naissain. Une grande quantité de naissain, après captage et grossissement, est transférée dans des lieux de culture sur le fond ou en suspension. La rentabilité du captage du naissain et du grossissement est probablement le plus important facteur de succès de la pêche du pétoncle japonais.

Amélioration des sciences et de la technologie. Une des priorités constantes du gouvernement, des pêcheurs et du secteur privé consiste à améliorer et à mettre au point les technologies de mise en valeur et de grossissement. Les gouvernements affectent aussi des ressources à la conception de technologies de production en vue d'aider l'industrie. Les scientifiques soutiennent activement les activités de mise en valeur, notamment en fournissant des instructions quant au captage et à la propagation du naissain et au moment de la récolte des pétoncles commercialisables. La

contribution des scientifiques à la mise en valeur est décrite plus en détail dans la section qui porte sur les techniques ci-après.

Associations coopératives de pêcheur (ACP). Les ACP soutiennent tous les aspects des entreprises de leurs membres. Elles ont d'abord commencé en tant que groupes chargés d'administrer la réglementation des pêches, mais elles ont graduellement pris de l'expansion dans d'autres domaines, comme la commercialisation, le crédit, la transformation, la location de matériel de pêche, les achats collectifs, la formation, etc. La démarche coopérative de tous les aspects des pêches est mentionnée dans une grande partie des documents consultés comme un important facteur de succès.

Les droits d'usage sont établis. Les droits de propriété pour la culture sont clairement établis et appartiennent aux ACP. Les pêcheurs et les entreprises obtiennent le droit de mettre en valeur et d'exploiter une zone s'ils sont membres d'une ACP. En raison de la délimitation précise des zones d'utilisation, les conflits entre les pêcheurs et les sortes d'engin sont généralement rares. Les ACP exigent de leurs membres le respect des règlements et la menace d'expulsion de l'association (et donc de la pêche) suffit pour que les membres respectent les mesures de gestion.

Plans de gestion flexibles. Des plans de gestion de cinq à dix ans sont élaborés avec suffisamment de souplesse pour qu'on puisse les mettre à jour et les modifier, au besoin. On note aussi une souplesse suffisante pour adapter les règlements de pêche aux objectifs de gestion locaux.

Formation. Une formation officielle et officieuse est régulièrement dispensée aux pêcheurs afin de leur permettre de mieux comprendre les pratiques de mise en valeur et de gestion. À Hokkaido, les associations et le gouvernement de Préfecture appuient les établissements et les programmes de formation.

Participation des pêcheurs à la mise en valeur et à la gestion. Les droits d'utilisation et la structure d'association coopérative sont des incitatifs suffisants pour que les pêcheurs participent aux activités de mise en valeur et à la gestion des pêches. Par exemple, le captage de naissain et le grossissement sont financés par le gouvernement et les pêcheurs. Les ACP et les pêcheurs entreprennent aussi des activités de mise en valeur indépendamment de celles du gouvernement.

4. LE RÔLE DU GOUVERNEMENT

En vertu de la loi sur les associations coopératives de pêcheurs de 1948 (*Fisheries Cooperative Association Law of 1948*), les droits de pêche sont conférés aux ACP qui contribuent à administrer l'utilisation de zones de pêche particulières. Les règlements de pêche sont établis au niveau de la Préfecture, mais il existe une certaine flexibilité qui permet aux ACP d'adopter des règlements qui correspondent à des objectifs de gestion locaux. Les pêcheurs et leurs ACP gèrent ensuite la pêche dans leurs zones sans grande intervention du gouvernement de Préfecture.

Règlements : Les règlements régissant la gestion de la pêche sont établis par un comité de coordination de la pêche (CCP) indépendant du gouvernement de Préfecture (État). Le CCP élabore un plan qu'il soumet à l'approbation du gouverneur de la Préfecture. Les plans sont modifiés ou rajustés tous les cinq ou dix ans. Par exemple, à Aomori, l'Association de promotion de l'industrie de la pêche se réunit chaque année pour revoir les plans de l'année précédente et pour examiner les plans de gestion de la nouvelle saison.

Dès que le plan est approuvé, le gouverneur accorde les droits de pêche à l'ACP. Il s'agit de droits de pêche communs, visant la mer littorale adjacente à l'ACP qui s'étend vers le large selon le genre d'activité de pêche pratiquée et la disponibilité des ressources.

Le gouverneur accorde ensuite des permis limitant l'accès, établissant les caractéristiques de la flottille, la zone, la saison, etc. Les permis sont accordés à des particuliers ou à des entreprises. Pour obtenir un permis, il est généralement nécessaire d'être membre d'une ACP à qui ont été accordés des droits relatifs à une zone. Le gouvernement fédéral délivre les permis aux bateaux qui pêchent dans deux Préfectures ou plus, dans la ZEE ou en haute mer.

Les ACP bénéficient d'une certaine souplesse qui leur permet d'adopter un plan de gestion selon les objectifs locaux. L'ACP peut fixer des buts et des objectifs pour ses propres zones d'utilisation et prendre des mesures de gestion. Elle a par conséquent la possibilité, en collaboration avec le gouvernement, de fixer l'orientation de ses pêches.

Recherche scientifique sur le pétoncle : Les gouvernements de Préfecture soutiennent des recherches exhaustives poussées sur le pétoncle, finançant entre autre un certain nombre de grands centres de recherche. Ces centres comprennent des complexes de gestion, de recherche, des écloseries et des laboratoires. Une surveillance en temps réel y est aussi effectuée. Les centres de recherche prédisent le moment du frai et la répartition, procèdent au captage et au grossissement du naissain et étudient les aspects génétiques de la physiologie du pétoncle, ainsi que des techniques de culture. Ils font aussi des recommandations sur le moment approprié pour la récolte.

Mise au point de technologie : Les gouvernements national et de Préfecture participent activement à la mise au point de technologies, par l'intermédiaire des centres de recherche sur les pêches ainsi que dans le cadre de projet, par des programmes de financement.

Crédit : Toutes les ACP consentent du crédit à leurs membres. Il existe aussi plusieurs établissements de crédit au niveau fédéral et des Préfectures pour soutenir des aspects prioritaires comme la réduction de la dette et la modernisation. Les services de garantie du gouvernement accordent aussi des garanties de crédit à un taux réduit pour les ACP et les pêcheurs. L'accès au capital garanti a été souligné comme étant l'une des grandes forces de la modernisation de la pêche du pétoncle.

5. BIOLOGIE

Le pétoncle japonais (*Patinopeten yessoensis*) (Jay) est une espèce d'eau froide qui vit dans le nord du Japon, autour des îles Sakhaline et Kuril et dans le nord de la Corée. Il fait partie de la famille des Pectinidae et tolère des températures d'eau de mer de 5 à 20 °C.

En général, les animaux se reproduisent à partir de l'âge de deux ans ou plus. Les femelles produisent entre 8 et 18 millions d'œufs lorsqu'elles ont atteint une taille de coquille de 12 à 15 cm. Les mâles ont une capacité de production de sperme de trois à quatre fois plus grande que la capacité de production d'œufs des femelles. Les mâles et les femelles se distinguent à la couleur de leur gonade, celle des femelles étant rouge orangée et celle des mâles, jaune pâle ou crème.

La ponte a lieu une fois par année et est étroitement lié à la température de l'eau (voir les détails ci-dessous dans la section des techniques). Il commence au début de mars et se termine à la mi-avril. Après 30 ou 40 jours, les larves se fixent elles-mêmes, au moyen du byssus, à un substrat solide. Au bout

de quatre ou cinq mois, lorsque le naissain atteint une taille de coquille de 8 à 10 mm, il perd son byssus et se fixe sur le benthos. La prédation naturelle est alors de l'ordre de 90 p.100.

Les animaux qui survivent atteignant une taille de coquille de 20 à 50 mm après un an, de 50 à 90 mm après deux ans et de 80 à 120 mm après trois ans. La croissance maximale au bout de dix ans est de l'ordre de 200 mm et de un kg pour le poids.

6. TECHNIQUES

La section qui suit donne un aperçu des techniques utilisées pour la culture du pétoncle japonais. La figure 1 présente un aperçu graphique de ces techniques.

Captage du naissain

Le captage du naissain est au cœur même du succès du modèle japonais. Trois facteurs sont importants dans ce cas : les collecteurs; la recherche pour prédire le moment de la ponte; le détroquage.

Collecteurs de naissain

Une fois qu'on a pu mettre au point une méthode efficace de captage du naissain immédiatement après la ponte et de grossissement pour les 40 à 70 premiers jours (jusqu'à une taille de coquille de 10 mm), la culture a pris un essor considérable. On a mis au point, au cours des années 1960, un collecteur de naissain efficace en utilisant un sac d'oignon avec un petit maillage (5 à 8 mm) et des branches de cèdre. Les branches de cèdre ont permis d'obtenir une surface plus étendue sur lesquelles les petites larves pouvaient se fixer au moyen de leur byssus. Le sac en filet extérieur contenait les jeunes pétoncles et les empêchait de se fixer sur le fond de l'océan, évitant ainsi la prédation.

Les méthodes modernes comprennent l'utilisation de sacs synthétiques bleus (environ 0,66 m de long et 0,33 m de large) dont le maillage est de 5 à 6 mm. Les sacs sont souvent remplis de monofilament (souvent des filets maillants) qui sert de substrat auquel le naissain peut se fixer au moyen du byssus. Dans les zones hauturières, où la densité des larves est inférieure, les sacs ont un maillage plus fin (1 à 1,5 mm). On a pu observer que le naissain se fixait mieux à un collecteur propre.

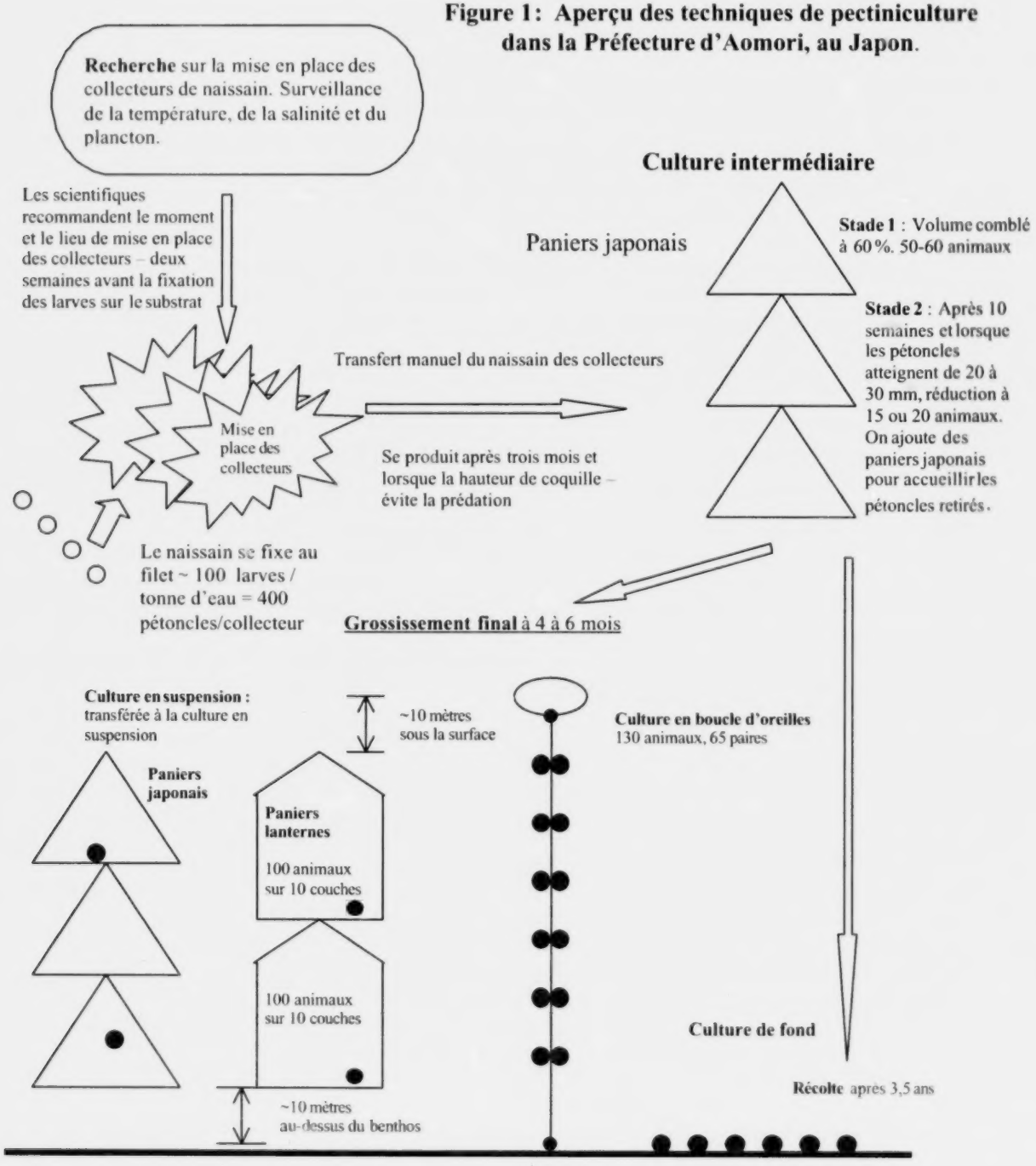
Travaux de recherche visant à prédire le moment de la ponte

D'innombrables efforts scientifiques sont déployés pour prédire le moment et l'étendue de la ponte et, ainsi, le moment optimal pour la mise en place des collecteurs.

Les chercheurs utilisent les données sur la température de l'eau, la salinité et les concentrations de phytoplancton en vue de prédire le moment auquel la ponte aura lieu. Les conditions optimales comprennent des courants soutenus d'environ 6 cm/s (1/10 nœud) et des températures d'eau de 6 à 7 °C. Dans la baie Mutsu, à Aomori, trois bouées automatisées servent à recueillir les renseignements de surveillance. Le coût du système de contrôle, de télémétrie et d'affichage/enregistrement est d'environ 4,5 millions de dollars[1]. Au moyen de ce système, les scientifiques peuvent prédire un mois d'avance le moment de la ponte.

[1] Toutes les valeurs données sont en dollars canadiens de 2001.

Figure 1: Aperçu des techniques de pectiniculture dans la Préfecture d'Aomori, au Japon.



Le moment propice à la mise en place des collecteurs peut être défini en surveillant l'indice gonadique des pétoncles adultes (le rapport entre le poids des gonades et le total de la chair). Selon des recherches, les températures de l'eau au cours de l'année précédente, de septembre à décembre, sont étroitement liées à la maturation des gonades. De fait, les données montrent que plus la température moyenne en automne est élevée, plus la période de maturation des gonades sera longue et plus la ponte sera tardive. Le ponte a lieu peu après que l'indice gonadique ait atteint 20 p. 100.

Les relevés de l'abondance larvaire (échantillonnage plantonique des larves par des traits) servent aussi à déterminer l'emplacement optimal du captage de naissain. Dans la baie Mutsu, jusqu'à 50 emplacements sont échantillonnés. Les pêcheurs aident à l'échantillonnage afin de pouvoir mieux comprendre les densités larvaires et leur répartition spatiale. Ils mettent leurs collecteurs en place lorsque la longueur de coquille de 50 p. 100 au moins des larves de pétoncle dans la colonne d'eau dépasse 0,2 mm.

Les données chronologiques sur la répartition des larves remontent à 1950. Les relevés dans la baie Mutsu indiquent des densités larvaires maximales de l'ordre de 6 000 par tonne d'eau de mer, les récentes observations révélant une échelle de 20 000 à 40 000. Selon les observations, 400 pétoncles vont se fixer aux collecteurs lorsqu'on dénombre 100 larves par tonne d'eau de mer.

Récoltes des sacs collecteurs

Les sacs collecteurs sont fixés dans une série verticale de sacs sur des filières qui sont suspendues entre 5 et 10 mètres sous la surface et 10 à 15 mètres au-dessus du fond. Cette technique a le double résultat de prévenir la prédation des crabes et des étoiles de mer tout en réduisant au minimum le stress causé par les vagues sur le naissain en croissance. Le naissain se fixe environ 40 jours après la ponte.

Le naissain est généralement récolté dans les trois mois qui suivent la mise en place des sacs, parce que le recrutement des étoiles de mer dans les sacs ne peut être évité et que le naissain de pétoncle doit être récolté avant que la prédation cause de fortes pertes. Comme orientation générale, disons que les sacs collecteurs sont récoltés dans une période d'environ trois mois et une fois que les pétoncles atteignent une taille de 8 à 10 mm. Ceux-ci sont ensuite transférés aux prochains stades de croissance.

Culture intermédiaire

Le stade de croissance suivant est celui de la culture intermédiaire. Le naissain est transféré dans des paniers japonais (mis au point à l'origine pour la culture des perles) à l'aide de journaux mouillés afin d'éviter les mortalités pendant le transfert et le stress. On a aussi observé que la rapidité du transfert entre les collecteurs et les paniers japonais était un facteur très important pour limiter la mortalité.

Les paniers sont ensuite suspendus à une filière flottante, le dernier panier étant lesté de manière à être suspendu à quatre ou cinq mètres au-dessus du benthos. Le premier panier est placé à environ 15 mètres sous la surface. Les paniers sont espacés de moins d'un mètre, et on compte environ dix paniers par filière flottante. Chacun contient entre 50 et 60 larves de pétoncle qui y demeureront jusqu'à ce qu'elles occupent environ 60 % du volume du panier. Des taux de mortalité élevés ont été observés à un volume supérieur.

Après environ dix semaines et lorsque les jeunes pétoncles mesurent de 20 à 30 mm, on réduit leur nombre à une quinzaine ou une vingtaine d'animaux. D'autres paniers sont donc ajoutés pour contenir les

pétoncles retirés. Ce changement se produit habituellement entre la mi-septembre et la mi-octobre. Les pétoncles demeurent dans les paniers japonais pendant six mois environ et sont ensuite transférés au stade suivant de grossissement.

Culture sur le fond

L'ensemencement a habituellement lieu deux fois par année lorsque la longueur de coquille des pétoncles atteint soit 30 mm (novembre-décembre) ou 50 mm (en mars). On procède au dragage pour retirer les étoiles de mer et autres prédateurs avant l'ensemencement.

La densité d'ensemencement varie entre 5 et 6 au mètre carré de fond et est étroitement liée à la densité naturelle. On a observé différents taux de succès (naissain ensemencé par rapport aux adultes récoltés) selon les zones et qu'il faudra faire des analyses statistiques afin de déterminer les pratiques qui ont plus de succès dans certaines zones.

Une fois établis, les animaux prendront environ un an de plus que les animaux cultivés en suspension dans les paniers pour atteindre une taille marchande (c.-à-d. de trois à quatre ans). On note trois raisons à cet état de fait :

1. Le rapport de phytoplancton dans la colonne d'eau est inférieur;
2. Les sédiments nuisent au filtrage;
3. La prédation et la perte subséquente de temps d'alimentation due à la fuite.

Les pétoncles cultivés sur le fond sont récoltés par les plongeurs au moyen d'une drague.

Culture en suspension

Après six mois environ, les pétoncles qui ont atteint une taille de 10 cm environ, sont retirés des paniers et soit suspendus par l'oreille ou transférés dans d'autres paniers.

La **culture en boucle d'oreille** consiste à percer des trous dans la coquille du pétoncle (près du byssus ou l'oreille droite) puis de suspendre les pétoncles en paires à une filière, à 6 cm d'intervalle. Chaque filière porte environ 130 pétoncles et est suspendu sous la surface mais au-dessus du benthos pour éviter la prédation et l'action des vagues. Le filière est aussi ancré au fond de l'océan.

Les pétoncles sont fixés au moyen d'une garniture en plastique et d'une petite corde. Si l'opération est effectuée à la main, on pourra fixer environ 2 000 pétoncles par jour. Les dispositifs mécaniques servant à percer et à fixer les pétoncles permettent cependant d'en attacher entre 2 500 et 3 000 à l'heure.

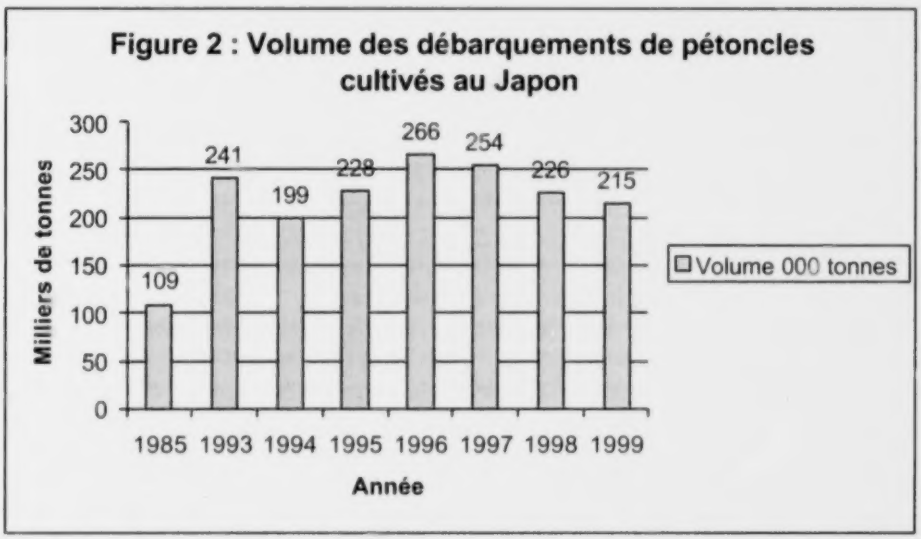
Les pétoncles demeurent sur les filières jusqu'au moment de la récolte, après 1,5 à 2,5 ans, lorsque le poids de la chair atteint de 100 à 130 grammes et la coquille, une longueur de 10 à 12 cm.

La **culture en panier** se fait lorsque les pétoncles en panier sont transférés des paniers japonais (grossissement intermédiaire) soit dans des paniers japonais propres ou à dans des paniers lanternes. Ces derniers sont suspendus de la même manière que les paniers japonais, soit à raison de 10 paniers environ par filière. Dans chaque panier lanterne, les pétoncles sont déposés à raison de 10 par niveau pour un total de 100 par panier. Les paniers lanternes sont plus gros que les paniers japonais; le maillage varie entre 12 et 22 cm. Les petits paniers japonais contiennent environ 60 pétoncles répartis sur six niveaux avec un maillage d'environ 9 mm.

Dans la Préfecture d'Aomori, environ 70 p. 100 de tous les pétoncles sont cultivés en paniers, et 30 p. 100 sur le fond. Soixante-dix pour cent par ailleurs des activités de pectiniculture à Hokkaido se déroulent sur le fond.

7. PRODUCTION

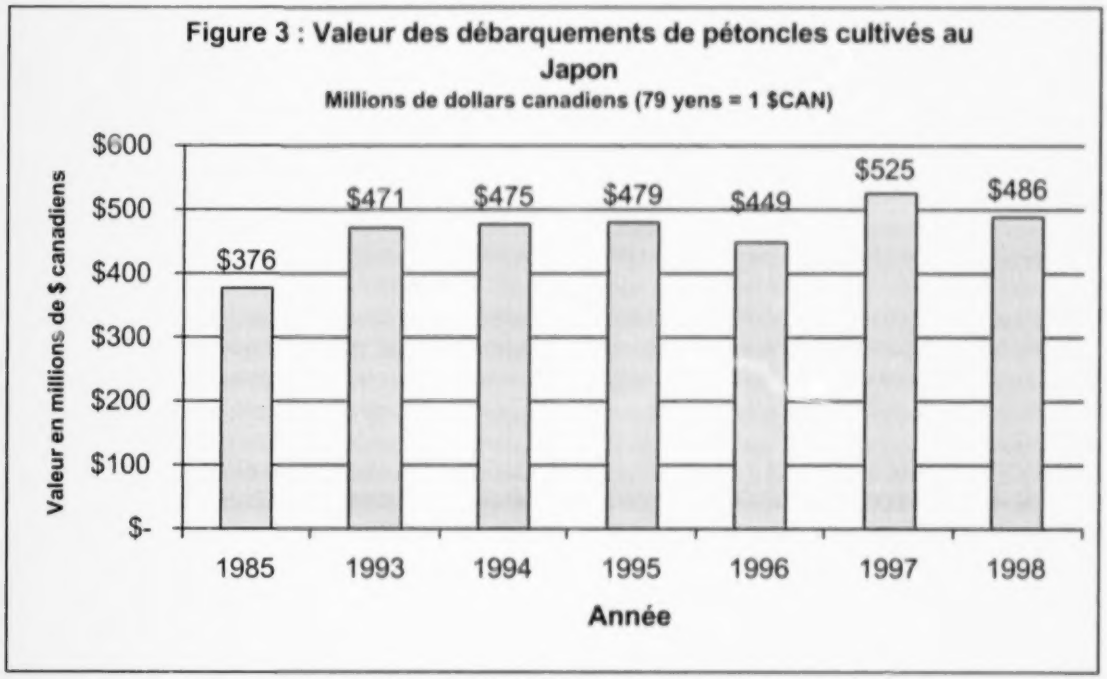
La production des pétoncles de culture est concentrée à Hokkaido et Aomori. Les pétoncles cultivés dans ces deux Préfectures (États) représentent près de 90 p. 100 du volume des débarquements au Japon. En 1999, 215 000 t de pétoncles cultivés (poids vif) ont été récoltés, le volume moyen au débarquement étant supérieur à celui de la période de 1993 à 1999 qui totalisait 233 000 t. Ceci représente une augmentation d'environ 100 p. 100 par rapport au niveau de 1985 (figure 2).



Source : Statistiques annuelles de la production halieutique et aquicole, ministère de l'Agriculture, des Forêts et des Pêches, Gouvernement du Japon.

La valeur correspondante est présentée à la figure 3. Comme on pouvait s'y attendre étant donné les fluctuations des débarquements, les valeurs fluctuent également depuis 1993, la valeur totale ayant atteint 486 millions de dollars en 1998. La valeur moyenne des débarquements, de 1993 à 1998, se chiffre à 465 millions de dollars, ce qui représente une augmentation de 24 p. 100 par rapport à 1985.

À cause de l'abondance du naissain disponible, on peut s'attendre à des activités de pectiniculture sur le fond à grande échelle dans un avenir prévisible, le long du littoral de la mer d'Okhotsk, à Hokkaido. Cette région a déjà eu une production de 60 000 tonnes de pétoncles par année. Les stratégies d'expansion comprennent des techniques systématiques et des dispositifs de récolte récemment mis au point comme des dragues suceuses.



Source : Statistiques annuelles de la production halieutique et aquicole, ministère de l'Agriculture, des Forêts et des Pêches, Gouvernement du Japon.

8. LEÇONS APPRISES

Un certain nombre de facteurs contribuent au succès de la pêche du pétoncle au Japon, notamment :

Recherche

- Des recherches fondamentales et appliquées bien planifiées et financées
- La mise au point de techniques de grossissement et la formation
- Une surveillance en vue du captage de naissain et de la récolte
- L'éloignement des prédateurs

Conditions environnementales

- Les zones mises en valeur sont celles qui ont été exploitées traditionnellement
- Le grossissement du naissain se fait dans les zones où le stress causé par l'action des vagues et le transfert est réduit au minimum

Commercialisation

- Un approvisionnement constant de pétoncles
- De nouveaux investissements dans la transformation pour être concurrentiel sur les marchés internationaux
- Une gamme de produits diversifiée

Organisation et gestion

- Coopération entre pêcheurs pour la gestion de leurs pêches
- Coopération entre l'industrie et le gouvernement
- Le gouvernement met fortement l'accent sur les sciences et le développement technologique
- Les lois confèrent des droits d'usage
- Des organisations coopératives pour la gestion des pêches
- Une vision cohérente parmi les intervenants afin de maintenir un niveau de récolte durable et élevé

BIBLIOGRAPHIE

Kan-No, Hisashi and Hayashi, Tomoo. *The Present Status of Shellfish Culture in Japan*. http://www.lib.noaa.gov/japan/report1/kanno.html (cached).

FAO. *Fisheries Country Profile Japan*. FID/CP/JPN Rev. 4. May 2000.

Fish Information and Services. *Market Reports 09/03/98*. http://www.fis.com.

Fish Information and Services. *Market Reports 28/07/00*. http://www.fis.com.

Fujiya, Masaru. *Comprehensive Report: International Symposium on Marine Ranching in Ishikawa*, 1996.

Ito, Hiroshi. *Japan*. In Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 21. 1991. Edited by Shumway, Sandra.

Leal, Donald. *Community-Run Fisheries: Avoiding the 'Tragedy of the Commons*. PERC Policy Series Issue Number PS-7. A Summary, September 1996.

Maine Delegation to Aomori Prefecture, Japan. *The Culture of Japanese Scallops (Patinopecten yessoensis)*. May 1999.

Rappaport, Stephen. *Technology Transfer: Opportunities in Shellfish Culture*. Farm Fishing News, Volume 7, 1999/2000.

Ruddle, K. *No Common Property Problem: Village Fisheries in Japanese Coastal Waters*. Paper presented at Workshop on Ecological Management of Common Property Resources, IV International Congress of Ecology, Syracuse, New York. 1986.

Sea Scallop Working Group. *Sea Scallop Aquaculture: 1999 Blueprint*. University of Massachusetts, Boston. March 1999.

White, Susan. *Japan Trip Brings Insights On Scallop Culture*. Adapted from *The Culture of Japanese Scallops*. Report on the Maine Delegation Trip to Aomori Prefecture, Japan. 1999.

Yamamoto, Tadashi. *Collective Fishery Management Developed in Japan – Why Community-based Fishery Management Has Been Well Developed in Japan*. IIFET 2000 Proceedings.

ANNEXE

ÉTUDES DE CAS PAR ESPÈCE

A.

PANOPE DU PACIFIQUE

1. CONTEXTE

La panope du Pacifique (*Panope generosa; P. abrupta*) est un mollusque bivalve marin indigène de la Colombie-Britannique qui est considéré comme le plus grand mollusque fouisseur du monde et probablement celui qui vit le plus longtemps, puisqu'il peut atteindre plus de cent ans. Son aire s'étend de Baja (Californie) jusqu'à l'Alaska, mais ses principales concentrations se retrouvent en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington.

Jusqu'à la fin des années 1960, la récolte de panope se limitait aux stocks intertidaux. Cette situation a cependant changé quand on a découvert de grandes populations infratidales au large de l'État de Washington et qu'une nouvelle pêche infratidale s'est développée dans le Puget Sound. Devant le succès initial obtenu aux États-Unis, une pêche en plongée de la panope a été entreprise en Colombie-Britannique en 1976. Elle a rapidement pris de l'expansion jusqu'en 1979, lorsque l'accès a été limité par règlement et que des quotas de récolte ont été établis afin de protéger les ressources de la surexploitation. En 1989, après plusieurs années de surpêche, un régime de quotas individuels de bateau a été institué, entraînant la création de quotas égaux pour les 55 titulaires de permis. Il en est résulté une récolte plus efficace, étalée sur toute l'année, ce qui a eu des répercussions grandement avantageuses sur la valeur marchande.

Les quotas, calculés au moyen d'une formule établie, permettent de récolter annuellement 1 p. 100 de la population exploitable existante, telle que déterminée au moyen d'un relevé. Les débarquements de panope ont atteint un sommet en 1987, à 5 734 t, mais, en 2000, étaient redescendus à 1 960 t. Actuellement, la pêche est évaluée à plus de 41 millions de dollars par année (James, 2001). En raison des fortes pressions exercées par la pêche et du taux de recrutement naturellement faible, les populations exploitables ont diminué et montrent des signes limités de rétablissement dans certains secteurs. C'est pourquoi une association de pêcheurs commerciaux (Underwater Harvesters Association) et un autre groupe ont entrepris un programme expérimental de mise en valeur en 1994.

2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES

Caractéristiques de l'habitat

La panope du Pacifique se trouve dans toutes les eaux côtières de la Colombie-Britannique, en gisements sur des substrats de sable, de vase, de gravier et d'un mélange de coquillages. Les panopes sont habituellement réparties dans une échelle de profondeurs allant de 3 à 20 mètres, les gisements exploitables connus étant étalés sur à peu près 20 600 ha (C. Hand, MPO, 2001, comm. pers.). Le tableau qui suit donne divers paramètres biophysiques favorables à la croissance et à la survie de la panope.

Résumé des paramètres biophysiques optimaux pour la culture de la panope

Substrat	**boue/sable/gravier fin**
Profondeur	**3 – 20 m**
Faune/flore associée	**68 espèces recensées**
Température	**8 – 18 °C**
Salinité	**26 à 31 o/oo**
Transparence (Secchi)	**2>10 m**
Courant	**<1,5 kt**
Productivité	**15 – 200 (mg.L -1)**

3. MISE EN VALEUR DE LA PANOPE

Production de naissain

En raison du recrutement naturel imprévisible, les programmes de mise en valeur existants doivent faire appel au naissain produit en écloserie. Les technologies d'écloserie pour la panope existent et sont commercialisées. Le naissain est engraissé jusqu'à 3 à 6 mm en écloserie avant d'être transféré en nurserie pour la poursuite du grossissement.

Nurserie

Le taux de survie pendant l'étape de nurserie et de grossissement augmente avec la taille de l'animal. Divers systèmes de nurserie ont été mis au point afin de faire passer le naissain produit en écloserie de 3-6 mm jusqu'à +18 mm, ce qui est considérée comme la taille optimale pour le grossissement :

- dans des bassins – avec un complément d'alimentation (de 6 mm à 12 mm)
- sur tables benthiques – nurserie *in situ* – tirant parti des algues naturellement présentes, avec protection de filet (de 6 à 20 mm) pour la culture pendant l'hiver.
- d'un système flottant de remontée d'eau (FLUPSY) – une pompe maintient le débit d'eau de ce système de nurserie, apportant la nourriture (algues naturellement présentes) aux mollusques et rejetant les déchets, ce qui permet au naissain de croître de 6 à 18 mm dans des conditions optimales.

Une fois qu'il a atteint une taille se situant entre 12 et 20 mm, le naissain est prêt à transplanter dans le substrat marin où il pourra croître jusqu'à une taille commerciale.

Ensemencement

Les groupes de mise en valeur existants ont mis au point des dispositifs mécaniques d'ensemencement permettant d'ensemencer entre 20 000 et 50 000 naissains par jour, selon la taille, le substrat, la supercifie du bail, et les conditions météorologiques et hydriques. Les zones nouvellement ensemencées sont protégées par des filets.

4. MODÈLE DE PACAGE MARIN

Aperçu

Bon nombre des éléments de l'étude de cas de la panope sont basés sur les renseignements fournis par des personnes ayant participé de près à la pêche, à la mise en valeur et à la culture de la panope en Colombie-Britannique. Les valeurs et les hypothèses utilisées sont bien en deçà des échelles réelles et acceptables que connaissent ces personnes. Les progrès continus des techniques d'écloserie et de grossissement, les changements imprévus des conditions naturelles et les conditions du marché peuvent évidemment avoir des répercussions sur la validité des résultats.

Superficie de culture potentielle

Les concentrations commerciales connues de panope sont réparties sur une superficie approximative de 20 600 ha (C. Hand, MPO, 2001, comm. pers.). Les possibilités de culture ne sont évidemment pas de la même qualité partout dans cette étendue. Moins de 40 % de l'aire totale peut offrir des conditions de croissance optimales à cause de trois principaux facteurs :

- La panope a besoin d'un substrat approprié dans lequel elle peut pénétrer jusqu'à une profondeur d'au moins un mètre. Une zone donnée n'offre parfois un substrat approprié que sur 50 % de sa superficie.

- Les critères de choix de l'emplacement peuvent éliminer certains secteurs. Par exemple, il faut accorder une certaine importance à la diversité biologique existante. Ainsi, une zone peut contenir des concentrations de zostère marine (*Zostera marina*) couvrant jusqu'à 15 % de la superficie utilisable.

- Les méthodes actuelles de culture utilisent des filets pour protéger les panopes ensemencées contre les prédateurs. Pour bien fixer et maintenir le filet en place, il faut établir des couloirs entre les rangs ensemencés. Il faut donc prévoir parfois comme aire de travail 15 % ou plus de la zone qui ne seront pas utilisés pour la production réelle.

Le modèle suppose que 3 000 ha constituent un bon potentiel. Cette superficie peut être divisée en plusieurs unités d'exploitation de 5 à 10 ha chacune. L'étude de cas est basée sur une hypothèse selon laquelle 50 ha sont mis en valeur chaque année pendant six ans, la production de la première unité étant à maturité la sixième année et la récolte se faisant par rotation, d'une unité à l'autre par la suite.

Hypothèses

- Densité d'ensemencement = 20 juvéniles/m^2
- Survie = 60 % du naissain (3 – 6 mm); 50 % des juvéniles (18 mm)
- Densité finale = 5 adultes/m^2
- Superficie totale de l'habitat = 20 600 ha
- Superficie de culture théorique = 500 ha/an
- Besoins annuels de naissain = 100 millions
- Survie (à un taux de 25 %) = 25 millions/an
- Cycle de croissance = 6 ans
- Superficie de culture totale 500 ha x 6 ans = 3 000 ha
- Coût du naissain = 0,14 $/naissain (jusqu'à 6 mm)
- Coût de nurserie = 0,40 $/naissain (jusqu'à 1,5 cm)

- Coût de grossissement = 0,12 $/naissain (jusqu'à 685 g)
- Coût total annuel du naissain/grossissement = 67 millions de dollars
- Taille marchande = aucun minimum légal
- Poids moyen à la récolte = 685 g
- Poids total de la récolte = 17 millions kg
- PUE = 900 kg/jour/plongeur
- Effort = 18 900 jours-plongeurs x 500 $/jour = 9,5 millions de dollars
- Prix de vente = 20 $/kg
- Revenu total = 340 millions de dollars

Discussion

Taux de survie

Après plusieurs années de recherche combinée, il semble que la plupart des animaux ensemencés atteindront 680 g en six ans. Le taux de survie varie énormément selon les caractéristiques de l'habitat et le niveau de prédation. Toutes les personnes ayant fourni des renseignements pour le présent rapport croient qu'un pourcentage de 25% est probable et réalisable comme taux de survie de l'écloserie jusqu'à la récolte, à condition d'utiliser du naissain d'une taille minimale donnée. Une diminution de la taille, les progrès technologiques, la modification de la taille à la récolte, les maladies, la destruction naturelle (tempêtes) sont tous des facteurs qui auraient des répercussions sur cette hypothèse de survie.

Densité de l'ensemencement

Les entreprises d'aquaculture ont en commun une tendance à maximiser les densités d'ensemencement afin de réduire les coûts et d'utiliser au maximum la superficie disponible. Malheureusement, cette pratique entraîne souvent une flambée de maladies, une concentration anormale de prédateurs et de déchets, et peut donner lieu au dépassement de la capacité de charge du secteur (E. Gant, 2001, comm. pers.). Il revient donc à tous les participants à ces activités d'ensemencer toutes les espèces à des niveaux qui soient durables sur le plan environnemental.

La réponse d'un certain nombre de plongeurs commerciaux de récolte de la panope, basée sur leur expérience personnelle, est qu'une densité de 5 à 8 panopes/m^2 semble la norme chez les stocks sauvages. À cet égard et afin d'appuyer la notion de techniques de mise en valeur / culture respectueuses de l'environnement, cet exemple utilise 5 animaux/m^2 comme densité finale pour calculer les besoins d'ensemencement, la superficie utilisable du bail, le taux de croissance, etc.

Récolte

Actuellement, la récolte est effectuée au moyen de scaphandres autonomes ou de narguilé, les plongeurs utilisant des jets d'eau sous pression pour extraire la panope des sédiments. Dans le cas de stocks sauvages, un plongeur expérimenté peut s'attendre à récolter 2 000 lb (909 kg) au cours d'une journée de travail de six heures (E. Gant, 2001, comm. pers.). Ces PUE ont été utilisées pour l'étude de cas.

Seul un certain pourcentage des panopes sont « visibles », c.-à-d. que le siphon est visible, ce qui permet au plongeur de trouver les panopes à récolter. Il faudrait jusqu'à deux ans de tentatives répétées pour retirer toutes les panopes présentes d'un emplacement. Afin de tenir compte de cet

aspect, l'hypothèse globale de survie/récupération de 25 % assume un taux d'efficacité de récolte de 85 %.

Prix

La récolte de panopes sauvages à l'échelle mondiale est limitée à la Colombie-Britannique, à l'État de Washington et à l'Alaska, la production la plus forte et de la meilleure qualité étant celle de la Colombie-Britannique.

Au fil des ans, l'Underwater Harvesters Association (UHA) a établi un marché à valeur ajoutée pour la panope. Devant les préoccupations croissantes au sujet de la fraîcheur absolue du produit, de nombreux acheteurs (spécialement pour les restaurants de sushi et de plats mijotés) sont devenus de plus en plus conscients de la valeur des animaux vivants. L'amélioration de la manutention du produit par les pêcheurs a permis aux panopes destinées au marché vivant du produit de demeurer dans un état optimal. Par conséquent, le prix de gros moyen de la panope vivante a augmenté, passant d'un minimum de 0,92 $/kg en 1981 à un sommet de 23,70 $/kg en 1995. La valeur marchande actuelle est de l'ordre de 23 $/kg.

Par suite de l'augmentation de la qualité, de l'approvisionnement limité et de la hausse du niveau de vie dans les pays asiatiques ainsi que de l'engouement pour les restaurants ethniques en Amérique du Nord, le barème de prix de la panope devrait demeurer relativement stable dans un avenir prévisible.

BIBLIOGRAPHIE

Anon., 1998. Fishery Statistics –Yearbook – Capture Production. Vol 82. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 678 pages.

Anon., 2001. Geoduck and Horseclam- Integrated Fisheries Management Plan. Pacific

Region, Fisheries and Oceans Canada. 118 Pages.

Anon., 2001. Underwater Harvesters Association- Web Site. http://www.geoduck.org

Beattie, Hal., 2001. Dept. Washington State Fisheries, Brinnon, Washington. Personal Communication.

Gant, Eric., 2001. President, Fan Seafood Ltd. Personal Communication.

Hand, C., 2001. Department of Fisheries and Oceans. Personal Communication.

Heath, William, 1999. Proceedings of "Geoduck - Shellfish Farming and Fisheries in Transition (Wednesday October 27, 1999). B.C. Ministry of Fisheries.

James, Michelle., 2001. Executive Director, Underwater Harvesters Association. Personal Communication.

Saunders, Rob., 2001. President, Island Scallops Ltd. Personal Communication

B.

PALOURDE JAPONAISE

1. CONTEXTE

La palourde japonaise (*Tapes philippinarum*) a été introduite accidentellement en Colombie-Britannique lors de l'importation d'huîtres du Pacifique (*Crassostrea gigas*) du Japon au milieu des années 1930. Le premier spécimen naturalisé a été découvert dans le port de Ladysmith en 1936.

Par le passé, les palourdes japonaises étaient récoltées pour leur chair qui était utilisée dans les soupes, les sauces, etc. Ainsi, jusqu'au milieu des années 1970, la grosse palourde jaune indigène (*Saxidomus giganteus*) dominait les débarquements. La demande du marché ayant évolué vers une petite palourde, vendue en coquille pour les restaurants, la palourde du Pacifique indigène (*Protothaca staminea*) et la palourde japonaise ont commencé à dominer la récolte par la suite.

Même lorsque les populations sauvages ont commencé à diminuer, la demande sur le marché a favorisé une hausse continue de la récolte de palourde du Pacifique et de palourde japonaise, dont les débarquements ont atteint un sommet combiné de 4 360 tm en 1988. À partir de ce moment, le volume de la récolte a commencé à diminuer graduellement jusqu'en 1998, quand la palourde japonaise n'a totalisé que 1 115 tm.

En 1998, après six années de consultation de l'industrie, des Premières nations et du public, le nombre de permis a été limité pour la pêche commerciale intertidale sur la côte sud. L'exploitation était alors sursaturée, avec 2 000 permis, au point que l'ouverture des secteurs coquilliers était limitée à seulement deux ou trois jours par année. La réduction du nombre de permis a permis d'abaisser le nombre de participants à 1 184, dont environ 50 % sont des membres des Premières nations (Webb, 2001).

Lorsque la pêche de la palourde japonaise sauvage a commencé à diminuer, des techniques de culture en vue de produire du naissain de palourde japonaise en écloserie ont été mises au point dans l'État de Washington, puis introduites en Colombie-Britannique (Broadley, T.A. *et al.*, 1988). Le naissain étant alors disponible et des techniques de grossissement ayant été mises au point, de nombreux ostréiculteurs ont ajouté la palourde japonaise à leur production. Depuis, la production de palourde de culture a augmenté continuellement, atteignant, en 1999, un volume de 900 tm d'une valeur de 3,8 millions de dollars à la ferme marine et de 6,6 millions de dollars au gros (Hadden, 2001, comm. pers.).

2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES

La palourde japonaise sauvage est répandue dans la partie sud du détroit de Georgia et le long de la côte ouest de l'île de Vancouver. Depuis l'introduction du naissain produit en écloserie, la palourde japonaise a été introduite dans diverses baies de la Colombie-Britannique, mais les eaux froides dans le nord nuisent à la reproduction et, par conséquent, à la répartition naturelle. Ainsi, bon nombre des plages du centre et du nord de la Colombie-Britannique sont peuplées de palourdes du Pacifique indigènes au lieu de palourdes japonaises.

Les populations de palourde japonaise sont légèrement plus abondantes entre les marées de 1,5 à 2,5 m, sur des substrats contenant un mélange de sable, de coquillages, de gravier fin et de vase (Miller, 1982). Puisque la palourde japonaise ne peut vivre dans un substrat fluide, on la trouve le plus souvent sur les plages dans des baies et des anses protégées.

Les températures de l'eau qui dépassent en général les 13 °C pendant au moins six mois de l'année sont favorables à la croissance de la palourde japonaise. Les salinités de l'ordre de 24 à 28 o/oo sont acceptables. Les autres paramètres biophysiques sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Résumé des paramètres biophysiques optimaux pour la palourde japonaise

Substrat	**coquillages/gravier/sable/vase**
Profondeur	**1,5 – 2,5 m**
Température	**>13 °C pendant six mois**
Salinité	**24-28 o/oo**
Exposition	**À l'abri des vagues**
Productivité	**Phytoplancton – modérée/continue**

3. MISE EN VALEUR DE LA PALOURDE JAPONAISE

Production de naissain

Le recrutement naturel de naissain de palourde japonaise sur une plage est peu fiable et imprévisible à cause des fluctuations annuelles normales de la température de l'eau, des conditions météorologiques, du vent et des courants. Depuis que la technologie d'écloserie a permis de fournir du naissain de palourde japonaise de façon fiable et uniforme, l'industrie conchylicole de la province a commencé à se développer.

En Colombie-Britannique, au moins deux écloseries (Innovative Aquaculture Products Ltd. et Island Scallop Ltd.) ont produit du naissain de palourde japonaise. Une grande partie du naissain est acquis à une très petite taille auprès de fournisseurs de l'État de Washington et de la Californie, puis cultivé jusqu'à la taille nécessaire pour le grossissement.

Grossissement

Les techniques et les protocoles de grossissement de la palourde japonaise sont bien établis au Canada. Habituellement, on prépare la plage pour l'ensemencement en retirant toutes les populations de palourdes existantes. Cet exercice permet aussi d'aérer le substrat et de réduire la concurrence des palourdes sauvages. Toutes les palourdes japonaises sont des proies privilégiées des étoiles de mer, des natices, des crabes, des poissons comme la fausse limande, le carlottin anglais, le flet étoilé et la perche de pilotis, et de divers oiseaux (Toba, *et al.*, 1992).

Afin d'empêcher la destruction du naissain, un filet à prédateur, à maillage en losange, en polyéthylène extrudé est placé sur la plage avant l'ensemencement. Le maillage optimal est de 1,2 cm, les maillages plus fins n'étant pas recommandés, puisqu'ils augmentent l'accumulation de sédiments et le colmatage. Quant aux maillages plus larges, ils ne protègent pas suffisamment contre les prédateurs.

Lorsque la plage a été correctement préparée et nettoyée et que les filets y sont déposés, l'ensemencement se fait par épandage manuel des palourdes juste au moment où l'eau atteint le lieu d'ensemencement. On s'assure ainsi que le naissain est déposé dans quelques centimètres d'eau. Cette mesure empêche la déshydratation et la désagrégation du naissain. Un naissain sain s'enfouira de lui-même dans le substrat, en moins de 30 minutes.

La densité de l'ensemencement a un effet direct sur la survie du naissain. Au Canada et dans l'État de Washington, les conchyliculteurs ensemencent généralement la palourde japonaise à des densités de 375 à 400 naissains au mètre carré. Une fois que les éleveurs ont évalué les taux de croissance et de survie du site, ils rajustent habituellement la densité afin d'en optimiser le rendement.

4. MODÈLE DE PACAGE MARIN

Aperçu

L'étude de cas qui suit est basée sur les renseignements fournis par des personnes ayant participé de près à la pêche, à la mise en valeur et à la culture de la palourde japonaise en Colombie-Britannique. Ainsi, les données utilisées sont bien en deçà des échelles réelles et acceptables que connaissent ces personnes. Les progrès continus des techniques d'écloserie et de grossissement, les changements imprévus des conditions naturelles et les conditions du marché peuvent évidemment avoir des répercussions sur la validité des résultats

Le modèle de pacage marin suppose l'ensemencement du milieu naturel en naissain en vue du grossissement et la récolte au moyen de méthodes traditionnelles (récolte au râteau ou creuser). Le modèle suppose aussi que des filets seront utilisés pour éloigner les prédateurs.

Superficie de culture potentielle

Les relevés des palourdes réalisés par le ministère fédéral des Pêches en 1989 ont révélé que la pêche des palourdes sauvages sur la côte sud de la Colombie-Britannique était soutenue par 664 gisements d'exploitation commerciale représentant environ 8 100 ha (Harbo, 1990). Certains gisements de récolte de la palourde japonaise ont été définies le long de la côte nord, mais l'absence d'analyses de la qualité de l'eau et de surveillance de l'IPM empêchait la récolte commerciale à ce moment.

Bien qu'il existe quelque 8 100 ha pour soutenir la pêche existante, les plages ne présentent pas toutes des conditions biophysiques optimales (surtout le substrat), pas plus qu'elles n'offrent un accès approprié au développement de la culture. Sans une évaluation plus détaillée des conditions biophysiques et de la qualité de l'accès, l'étude de cas assume que 3 000 ha pourraient être considérés suffisant pour le développement du pacage marin. Cette superficie pourrait être divisée en plusieurs unités de culture de 5 à 10 ha chacune. L'étude de cas suppose que 1 000 ha sont cultivés chaque année pendant trois ans, la production de la première année étant récoltée au cours de la troisième, et la récolte se faisant par rotation des unités par la suite.

Hypothèses

- Densité d'ensemencement = 375 juvéniles/m^2
- Survie = 60 %
- Densité finale = 225 adultes/m^2
- Superficie totale de l'habitat = 20 600 ha
- Superficie de culture théorique = 500 ha/an

- Besoins annuels de naissain = 100 millions
- Survie (à un taux de 25 %) = 25 millions/an
- Cycle de croissance = 6 ans
- Superficie de culture totale 500 ha x 6 ans = 3 000 ha
- Coût du naissain = 0,14 $/naissain (jusqu'à 6 mm)
- Coût de nurserie = 0,40 $/naissain (jusqu'à 1,5 cm)
- Coût total de grossissement = 0,12 $/naissain (jusqu'à 685 g)
- Coût total annuel du naissain/grossissement = 67 millions de dollars
- Taille marchande = aucun minimum légal
- Poids moyen à la récolte = 18g
- Poids total de la récolte = 38,5 millions kg
- PUE = 900 kg/jour/plongeur
- Effort = 18 900 jours-plongeurs x 500 $/jour = 9,5 millions de dollars
- Prix de vente = 5 $/kg
- Revenu total = 192 millions de dollars

Discussion

Naissain

On assume, pour la présente étude de cas, du naissain de 12 mm. Ce naissain peut être acquis auprès des écloseries commerciales au coût de 9 $/1 000.

Taux de survie

Dans le cadre de cette étude, on suppose un taux de survie de 60 %. Le naissain est actuellement fourni par des écloseries à une taille de 6 à 8 mm à un prix de 6,50 $ à 7,50 $/1 000 (Saunders, 2001, comm. pers.; Hadden, 2001, comm. pers.). Un taux de survie jusqu'à la récolte de l'ordre de 40 à 50 % semble raisonnable pour le naissain ensemencé à cette taille. Certains conchyliculteurs, plutôt que d'accepter des taux de survie inférieurs, choisissent d'acheter du naissain de 12 à 15 mm à un prix de 9 $/1 000 (Hadden, 2001, comm. pers.). Pour le naissain ensemencé à cette taille, on peut s'attendre à des taux de survie de 50 % à 65 %+. Aux fins de la planification, la différence de coût entre le naissain de 6 à 8 mm et de 12 à 15 mm peut être considérée, pour le conchyliculteur, comme une dépense d'exploitation au stade de nourricerie.

Densité d'ensemencement et grossissement

On assume une densité d'ensemencement de 375 palourdes/m^2. Les entreprises d'aquaculture ont en commun une tendance à maximiser les densités d'ensemencement afin de réduire les coûts et d'utiliser au maximum la superficie disponible. Malheureusement, cette pratique entraîne souvent une flambée de maladies, une concentration anormale de prédateurs et de déchets, ainsi que le ralentissement de la croissance des animaux. Pour cette raison, la palourde japonaise n'est pas ensemencée à plus de 375 palourdes/m^2 en Colombie-Britannique.

Les sites qui ont une capacité biophysique optimale peuvent cultiver des palourdes japonaises de taille commerciale (38 mm ou 1,5 pouce) en deux ou trois ans. Nous avons supposé, pour la présente étude, une période de trois ans.

Récolte

La récolte se fait par râteau ou creusage manuel du substrat et par retrait des palourdes de tailles inférieures à la taille légales. Bien que la récolte mécanique soit autorisée dans d'autres secteurs de compétence, elle n'est pas une pratique acceptable en Colombie-Britannique. Un bon « pêcheur » peut s'attendre à retirer environ 148 kg à l'heure pendant une marée de 5,5 heures ou 800 kg par marée. Les pêcheurs sont souvent payés à la pièce et le taux de rémunération raisonnable en Colombie-Britannique est de 1,87 $/kg à 2,44 $/kg, le niveau moyen étant de 2,20 $. Cette moyenne a donc servi à l'établissement des coûts pour l'étude de cas.

Occasionnellement, il peut arriver que des palourdes soient endommagées pendant la récolte ou qu'elles soient déformées ou rabougries pendant le grossissement. Afin d'en tenir compte dans l'étude de cas, le taux d'exploitation est fixé à 95 %, 5 % des palourdes étant présumées manquées, endommagées ou inutilisables. Ce niveau de perte, combiné au taux de survie de 60 %, produit un taux de rendement global de 57 %.

Prix de vente

Le prix de vente de la palourde japonaise de culture est relativement stable en Colombie-Britannique, au coût de 5 $/kg à la ferme. C'est le prix utilisé pour l'estimation de la valeur totale découlant de la mise en valeur.

La plupart des palourdes japonaises produites en Colombie-Britannique sont exportées aux États-Unis. Un sondage sur le marketing de 1993 indique que la plus grande proportion de la récolte de palourdes japonaises sauvages est vendue au secteur de détail, tandis que la plupart des palourdes de culture sont vendues au secteur des services alimentaires. Or, celles qui sont vendues à ce dernier doivent satisfaire à des exigences plus sévères quant à la taille et à la forme et obtiennent un meilleur prix. L'approvisionnement est le principal facteur limitatif de l'expansion des ventes. La production relativement restreinte de Colombie-Britannique est vendue sur un très grand marché mondial (plus de 1,1 milliard de tonnes), de sorte que même une augmentation substantielle de la production à partir de la mise en valeur en Colombie-Britannique n'aurait que peu ou pas du tout d'effet mesurable sur les prix.

BIBLIOGRAPHIE

Anon., 1996. Yearbook of Fishery Statistics. FAO –United Nations.

Anon., 1993. The British Columbia Intertidal Clam Fishery: Options and Opportunities." Discussion Paper. Department of Fisheries and Oceans, Pacific Region, and B.C. Ministry of Agriculture Fisheries and Food.

Anon., 1993. Market Study of the B.C. Clam Fishery. Prepared by: ARA Consulting Group, Inc. Vancouver, B.C. Prepared for: Department of Fisheries and Oceans Canada and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, B.C. 49 pages + App.

Anon., 1999. Manila Clam. Stock Status Report C6-03, PSARC Secretariat, Pacific Biological Station, Fisheries and Oceans Canada. 5 pages.

Bourne, N. 1982. Distribution, reproduction and growth of Manila clam, Tapes philippinarum (Adam and Reeve), in British Columbia. J. Shellfish Res. 2: 47-54.

Broadley, T.A. , W. E. L. Clayton and W.G. Roland (eds.), 1988. Transcribed Proceedings of the British Columbia Manila Clam Culture Workshop (Nov 16-18, 1988). Aquaculture and Commercial Fisheries Branch, Ministry of Agriculture and Fisheries, Victoria, B.C. 250 Pages.

Clayton, W. E. L., et. al., 1990. Proceedings of the 1990 Manila Clam Culture Workshop (October 19-19, 1990). Aquaculture Industry Development Report. Aquaculture and Commercial Fisheries Branch, Ministry of Agriculture and Fisheries, Province of British Columbia. 87 Pages.

Hadden, Sharon., 2001. Owner, Fanny Bay Oyster Company. Fanny Bay, B.C. Personal Communication.

Harbo, Rick., 2001. Senior Shellfish Biologist, Fisheries and Oceans Canada. Nanaimo, B.C. Personal Communication.

Heath, William Arthur, 2001. Shellfish Biologist, BC Ministry of Fisheries. Courtenay, B.C. Personal Communication.

Heath, William Arthur, 1993. Estimated Costs and Returns for a Clam Growout Enterprise. Aquaculture Industry Development Report (93-05). Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Province of British Columbia. 34 pages.

Jamieson, G.S. and K. Francis (eds.). 1986. Invertebrate and marine plant fishery resources of British Columbia. Can. Spec. Publ. Fish. Aquatic. Scie. 91. 89 pages.

Jones, Gordon G., et. al., 1993. Manila Clams: Hatchery and Nursery Methods. Innovative Aquaculture Products Ltd. Skerry Bay, Lasqueti Island, B.C. 70 pages.

Quayle, D.B. and N. Bourne. 1972. The clam fisheries of British Columbia. Fish. Res. Bd. Can. Bull. 179. 70 pages.

Saunders, Rob., 2001. President, Island Scallop Ltd. Qualicum, B.C. Personal Communication.

Toba, Derrick R., et. al., 1992. Guide to Manila Clam Culture in Washington. Washington Sea Grant Program, University of Washington. 80 pages.

Webb, Randy. 2001. Program Manager. Fisheries and Oceans Canada. Parksville, B.C. Personal Communication.

C.

ORMEAU NORDIQUE

1. CONTEXTE

L'ormeau nordique ou « haliotide pie » (*Haliotis kamtschatkana*) est un gastropode marin indigène dont l'habitat historique s'étend du sud de l'Alaska au nord de la Californie. En Colombie-Britannique, cette espèce a déjà été largement, mais très irrégulièrement répartie dans des habitats appropriés de toutes les eaux côtières. À la suite de la surexploitation du début des années 1970, les populations ont été décimées et l'ormeau est maintenant une espèce « menacée ».

Par le passé, cette espèce a apporté une contribution importante aux Premières nations de la côte ouest, qui l'utilisaient à des fins alimentaires, sociales et rituelles. Les premières prises commerciales connues remontent à 1910; elles se sont poursuivies de façon sporadique jusqu'en 1926. La pêche a été essentiellement pratiquée selon la demande, pendant la période de l'après-guerre, jusqu'aux années 1970, avec une moyenne d'environ 7,7 t par année.

L'augmentation de la demande sur le marché d'Asie, ajoutée à une bonne abondance des stocks et à un accès aux ressources illimité, a favorisé une hausse rapide de l'exploitation commerciale, dont les débarquements s'élevaient à 443 t en 1978. Des quotas ont été adoptés en 1979 et répartis entre les 26 titulaires de permis d'alors. Les stocks ont diminué rapidement après 1978, malgré les restrictions de permis et un quota annuel fixé à 47 t de 1985 à 1990. En 1990, la pêche a été interdite à des fins de conservation, pour permettre aux stocks de se rétablir. Une pêche illégale s'est néanmoins poursuivie, et les stocks ont continué à diminuer de sorte qu'en 2000, l'ormeau nordique a été inscrit sur la liste des espèces « menacées » par le Gouvernement du Canada.

Les populations ne se rétablissant pas, le MPO, les Premières nations, les localités côtières, les sociétés intéressées et des particuliers se sont réunis au cours d'un atelier, en février 1999, pour élaborer une stratégie de rétablissement des stocks d'ormeau. Actuellement, six organisations participent à des projets pilotes en vue de mettre au point la technologie et le naissain nécessaires pour le rétablissement des populations d'ormeau.

2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES

Caractéristiques de l'habitat

L'ormeau nordique a une grande tolérance relativement à l'habitat, de sorte qu'une large partie des côtes de la Colombie-Britannique entrent dans son aire de répartition historique. Généralement, l'ormeau privilégie les secteurs ayant un substrat rocheux, de l'eau propre, une forte salinité, un écoulement rapide et des ressources optimales en macroalgues. L'ormeau se retrouve jusqu'à une profondeur de 20 mètres, les adultes habitant normalement des profondeurs de moins de 10 mètres.

Résumé des paramètres biophysiques optimaux pour l'ormeau nordique

Substrat	**roches/blocs rocheux**
Profondeur	**optimale, 8 – 12 m**
Faune/flore associée	**oursin, macroalgues**
Température	**1,5 – 14 °C**
Salinité	**30 - 34 o/oo**

Abondance et densité

Aucune évaluation empirique de la densité n'a été effectuée pour l'ormeau nordique en Colombie-Britannique avant 1976. D'après des entretiens avec des pêcheurs de cette période et avec un biologiste qui a travaillé sur l'ormeau avant 1976, la densité de l'ormeau nordique sur la côte nord de la Colombie-Britannique était estimée à 2,5 ormeaux au m^2. Des relevés intensifs de l'est des îles de la Reine-Charlotte (Breen et Adkins, 1979) établissent la densité moyenne à >16/m^2 (l'échelle étant de 0 – 28/m^2). La plus forte densité dans un quadrant de 1 m^2 était de 56.

Il n'est pas facile d'estimer la biomasse totale des populations d'ormeau nordique à cause de la tendance de l'animal à remonter. La densité de l'ormeau semble la plus grande dans la zone d'algues brunes, mais diminue rapidement selon la profondeur. Les substrats meubles ne contiennent aucun ormeau, une couverture de laminaires géantes abrite quelques gros ormeaux tandis que des communautés exposées de Pterygophora sur un fond rocheux permettent de soutenir des populations denses de petits ormeaux. Il semble que les jeunes ormeaux s'établissent dans des eaux plus profondes, remontant dans les eaux moins profondes à mesure qu'ils grossissent.

3. MISE EN VALEUR DE L'ORMEAU

Production de naissain

La population d'ormeaux nordiques sauvages a été grandement affaiblie et, par conséquent, la récolte de naissain d'ormeau sauvage est devenue impossible. Tout programme de mise en valeur doit donc reposer sur la production de jeunes en écloserie (naissain). Les essais de mise au point de techniques d'écloserie en Colombie-Britannique ont échoué en 1985 à cause de la maladie.

Actuellement, chacun des six projets entrepris dans le cadre du programme de rétablissement de l'ormeau de Pêches et Océans Canada étudie des techniques d'écloserie visant à produire du naissain d'ormeau. Ces techniques sont disponibles grâce à l'expérience nationale et internationale. Les stocks de naissain d'ormeau nordique atteignent une longueur de coquille de 10 à 15 mm en quatre ou cinq mois, et peuvent alors être transférés de l'écloserie à une nurserie pour commencer le processus de grossissement jusqu'à la taille marchande.

Nurserie

En Colombie-Britannique, les juvéniles doivent hiverner pour atteindre la taille minimale appropriée à l'ensemencement. À mesure que la température de l'eau de mer baisse, la croissance de l'ormeau ralentit et peut même s'arrêter complètement à des températures très basses. Afin de maintenir la croissance, la température de l'eau dans les installations de nurserie doit être élevée à 12 à 14° C.

Une fois que le jeune ormeau atteint environ 1,5 cm, il peut être transféré hors des installations de nurserie. L'animal est robuste et nécessite uniquement de la nourriture et une protection contre les prédateurs. L'ensemencement des juvéniles à cette taille permet d'éviter les coûts d'investissement élevés associés à la culture intermédiaire, mais le taux de survie du naissain de 1,5 cm est habituellement faible

(±10 %) principalement en raison de la prédation. Il augmente de façon marquée avec la taille, de sorte qu'il y a un compromis à faire entre les coûts additionnels de protection des jeunes et les revenus supérieurs attribuables à un taux de survie plus élevé.

4. MODÈLE DE PACAGE MARIN

Aperçu

Le modèle est basé sur l'information fournie par des pêcheurs d'ormeau titulaires de permis, du personnel d'écloserie et des biologistes du gouvernement d'un certain nombre de pays qui connaissent les techniques de mise en valeur et de culture de différentes espèces d'ormeau. Étant donné que l'ormeau nordique n'a pas encore été cultivé à des fins commerciales et mis en marché en Colombie-Britannique, les données demeurent théoriques. La mise au point continue de techniques d'écloserie, de nurserie et de grossissement, les changements naturels imprévus et les conditions du marché peuvent évidemment avoir des répercussions sur la validité des résultats.

Le modèle de pacage marin suppose l'ensemencement complet du naissain dans le milieu naturel pour le grossissement et, en bout de ligne, la récolte par des moyens traditionnels à des fins commerciales (plongée). Il ne comprend aucune méthode de culture intermédiaire. On augmente le taux de survie en laissant le naissain grossir jusqu'à 2 cm au stade de l'écloserie.

Superficie de culture potentielle

L'aire de l'ormeau nordique s'étendait historiquement à toute la côte de la Colombie-Britannique. Bien que l'on ait déterminé les caractéristiques biophysiques favorables à l'ormeau nordique, aucune étude officielle n'a été réalisée en vue de déterminer les secteurs de la côte de la Colombie-Britannique les plus favorables aux populations d'ormeau.

L'ormeau adulte se nourrit principalement de varech du genre néréocystis. Des relevés de cette espèce ont été entrepris dans toute la zone côtière de la Colombie-Britannique. Selon les plus récents, les peuplements de néréocystis et de mélanges de macro/néréo couvriraient environ 11 020 ha en Colombie-Britannique (Sutherland, 1996, 1990, 1989). Des conversations avec des plongeurs révèlent qu'environ 20 à 50 % de ces peuplements seraient appropriés à une pêche fondée sur la culture.

Pour l'étude de cas, on suppose que 2 500 ha seraient appropriés à la culture, 500 ha étant consacrés au développement chaque année, pendant cinq ans. La production se ferait ensuite par rotation, par zone de 500 ha, chaque année.

Hypothèses

Des hypothèses indicatives de production, de coût et de revenu sont données ci-dessous. Elles comprennent la plupart des variables, bien que certains éléments de coût (p. ex. écloserie et ensemencement) ne soient pas inclus.

- Densité d'ensemencement = 40 juvéniles/m^2
- Survie = 60 % jusqu'au stade de naissain (6 mm); 55 % jusqu'au stade de juvénile (1,5 cm)
- Densité finale = 12 adultes/m^2
- Superficie totale de l'habitat = 11 000 ha
- Superficie de culture théorique = 500 ha/an

- Cycle de croissance = 5 ans (4 à 6 ans)
- Superficie de culture totale 500 ha x 5 ans = 2 500 ha
- Coût du naissain = 0,10 $/naissain (jusqu'à 6 mm)
- Coût intermédiaire = 0,48 $/naissain (jusqu'à 1,5 cm)
- Coût total annuel du naissain = 78 millions de dollars
- Poids moyen à la récolte, 6 cm = 95 g
- Poids total de la récolte = 5,7 millions/kg
- Taille marchande = 75 mm
- PUE = 200 kg/jour/plongeur
- Effort = 28 500 jours-plongeurs x 500 $/jour = 14,25 millions de dollars
- Prix de vente = 40 $/kg
- Revenu total = 228 millions de dollars

Discussion

Taux de survie

Nous avons utilisé un taux de survie global de 30 %, d'après des taux de survie modérés donnés par différentes études. Les études préliminaires réalisées en Afrique du Sud montrent que la survie des ormeaux produits en écloserie et largement dispersée a augmenté de 21 % à 55 % sur une période d'essai de six mois lorsque l'on a haussé la taille d'ensemencement de 1,5 à 2,7 cm (de Waal, 2001), comm. pers.). Des résultats semblables ont été obtenus au cours d'études de mise en valeur en Chine, où les taux de récupération sont passés de 10 % jusqu'à 70 % lorsque l'on a augmenté la taille du naissain de l'ormeau de 2 à 4 cm. Il est possible d'atteindre cette taille supérieure en utilisant des paniers japonais au stade intermédiaire ou en protégeant le naissain d'ormeau au fond par des bacs en filet (de simples cadres couverts de filet en PVC).

Densité de l'ensemencement

On a utilisé pour cet exemple une densité d'ensemencement de 40/m^2 et une densité finale (récolte) de 12/m^2. Historiquement, la densité de l'ormeau sauvage, d'après les études réalisées dans les îles de la Reine-Charlotte, en Colombie-Britannique, à la fin des années 1970 a été déterminée comme étant de 16/m^2, l'échelle étant de 0 à 28 (Breen et Adkins, 1979). Les densités d'ensemencement de l'ormeau cultivé sur le fond variaient entre 10/m^2 pour une mise en valeur sans protection à 250/m^2 pour une mise en valeur en cage (Shen, J. et S. Kuang, 1996).

Récolte

Il n'est pas rare dans le cas de l'ormeau de ne pas pouvoir récolter tous les animaux à cause de leur tendance à se cacher dans des crevasses, sous les roches, etc. Les pêcheurs d'ormeau expérimentés estiment que, sur une certaine période de temps, ils peuvent extraire environ 95 % des ormeaux disponibles. Les PUE de la pêche de l'ormeau sauvage sont estimées à 200 kg/plongeur/jour, au coût de 500 $/plongeur/jour.

Taille à la récolte

L'étude suppose une taille moyenne de 75 mm (95 g). Différentes espèces d'ormeau cultivé sont récoltées à des tailles variant entre 50 et 90 mm (Gordon, 2001). Les ormeaux de petite taille (50 à 75 mm) sont orientés vers le marché de « l'ormeau pour cocktail » à valeur ajoutée. La production à cette taille réduit le temps de grossissement de 1 à 2 ans.

Reproduction

L'ormeau devient adulte à une taille supérieure à 50 mm et, par la suite, contribue au recrutement naturel de la population. En maintenant la taille de récolte à 75 mm, on permettrait aux animaux de se reproduire une fois ou deux avant la récolte, ce qui contribuerait au recrutement/mise en valeur général de l'ormeau dans la zone.

Prix de vente

Bien que le prix des produits de l'ormeau semble varier largement lorsqu'il correspond au poids « en coquille », le prix mondial pour une même taille et une même qualité d'ormeau « en coquille » tend à converger, quelle que soit la forme vendue sur le marché. Une analyse des prix mondiaux pour toutes les espèces d'ormeau, convertis en prix de produit « en coquille », donne environ 19 $/kg (Gordon, 2001). De nombreux producteurs d'Amérique du Nord ont axé leur production sur l'ormeau de culture à valeur ajoutée en vendant des ormeaux de petite taille (50 à 75 mm) « pour cocktail ». Les prix récents de ce produit étaient de 49 $CAN/kg, soit environ 2,5 fois le prix du produit à l'échelle mondiale. Pour cette analyse, nous avons utilisé 40 $/kg d'après la valeur à la ferme de l'ormeau de la taille appropriée au produit pour cocktail.

BIBLIOGRAPHIE

Adkins, Bruce. 2001. Regional Shellfish Coordinator, Fisheries and Oceans Canada, Nanaimo, B.C. Canada

Anon., 2001. The Truth About Kelp - ABMac Abalone- food supplement Aquafauna Bio-Marine, Inc. California, USA. http://aquafauna.comn/Abmac-Thetruth.htm

Anon., 2000. World Bivalve Update. October 2000. Globefish- UNFAO.

Anon. 1990. Abalone study: *Haliotis kamtschatkana*. Marine Biology for Teachers. Bamfield Marine Station Publications.

Anon., 1998. Aquaculture Production Statistics, 1987-1996. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Fisheries Circular # 815, Revision 10. 197 pages.

Anon., 1998. Fishery Statistics-Capture Production. FAO Yearbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Volume 82, 1996. 678 pages.

Breen, Paul., A. and Bruce E. Adkins, 1979. A survey of Abalone Populations on the East Side of the Queen Charlotte Islands, August, 1978. Fisheries and Marine Service Report No. 1490. Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service, Resource Services Branch, Pacific Biological Station, Nanaimo, British Columbia. 125 pages.

Britz, Peter, et. al. 2000. Towards Equity, Sustainability and Stability: A Sector Planning Approach to Fishing and Mariculture Development in the Northern Cape Province, South Africa. 10 pages.

Campbell, Allan B. (ed.), 2000. Workshop on Rebuilding Abalone Stocks in British Columbia. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 130. Fisheries and Oceans Canada. NRC Research Press, 2000. 158 pages.

Campbell, Allan, B. Lucas and G. Parker. 2000. Discussion on a Framework for Implementing northern abalone Stock Rebuilding Experiments in British Columbia. Prepared for PSARC Shellfish Subcommittee Meeting, November 27-30, 2000. Fisheries and Oceans Canada. 24 pages.

Campbell, Alan. 2001. Shellfish Section. Fisheries and Oceans Canada, Nanaimo, B.C., Canada. Personal Communication.

Carswell, Barron, 2001. BC Ministry of Fisheries, Victoria, B.C., Canada. Personal Communication.

Coon, L.M., E.J. Field and Canadian Benthic Ltd., 1976. Nootka Sound Kelp Inventory, 1975. British Columbia Marine Resources Branch, Fish. Management Rep. No. 2 (2nd Edition). 27 pp.

Coon, L.M., W.G. Roland, E.J. Field, and W.E.L. Clayton, 1979. Kelp Inventory, 1976, Part 3. North and West Coasts Graham Island (Q.C.I.). British Columbia Marine Resources Branch, Fish. Management Rep. No. 13. 26 pp. plus 5 charts.

Coon, L.M., W.G. Roland, E.J. Field, W.E.L. Clayton, V. Jenson, 1980. Kelp Inventory, 1976, Part 4. Goschen Island to the Tree Knob Group. British Columbia Marine Resources Branch, Fish. Management Rep. No. 19. 18 pp. plus 6 charts.

Coon, L.M., W.G. Roland, E.J. Field, W.E.L. Clayton, V. Jenson, 1981. Kelp Inventory, 1976, Part 5. North Vancouver Island, Hope, Nigei and Balaklava Islands. British Columbia Marine Resources Branch, Fish. Management Rep. No. 20. 20 pp. plus 5 charts.

Coon, L.M., W.G. Roland, I.R. Sutherland, R.A. Hall, 1982. Kelp Inventory, 1978, Northwest Coast of Vancouver Island. British Columbia Marine Resources Branch, Fisheries Development Report No. 28. 16 pp. plus 5 charts.

De Waal, Schalk., 2001. University of Cape Town, South Africa. Personal Communication.

Field, E.J., 1996. Kelp Inventory, 1993, Areas of the British Columbia Central Coast from Hakai Passage to the Bardswell Group. B.C. Aquaculture and Commercial Fisheries Branch, Fisheries Development Rep. No. 37: 23 pp. plus 8 charts.

Field, E.J. and E.A.C. Clark, 1978. Kelp Inventory, 1976, Part 2. The Dundas Group. British Columbia Marine Resources Branch, Fish Management Rep. No. 11. 21 pp. plus 4 charts.

Field, E.J., L.M. Coon, W.E.L. Clayton and E.A.C. Clark, 1977. Kelp Inventory, 1976, Part 1. The Estevan Group and Campania Island. British Columbia Marine Resources Branch, Fish. Management Rep. No. 9. 19 pp. plus 5 charts.

Gordon, Roy., 2000. World Abalone Supply, Markets and Pricing: Historical, Current and Future Prospective. From - Proceedings of the 4th International Abalone Symposium, Cape Town, South Africa (quoted with permission). Fishtech Inc. rgordon@fishtech.com.

Gordon, Roy., 2001. FISHTECH INC., California, USA. Personal Communication.

Harbo, Rick. 2001. Senior Shellfish Biologist, Fisheries and Oceans Canada. Nanaimo, B.C. Personal Communication.

Heath, William Arthur, 2001. Shellfish Biologist, B.C. Ministry of Fisheries. Courtenay, B.C. Personal Communication.

Heleine, J-Y.,R.M. 1981. The biology and culture possibilities of the abalone from Thesis for Doctorate in Veterinary Science. Department of Fisheries and Oceans, Pacific Biological Station.

Jamieson, G.S. and K. Francis (Ed.), 1986. Invertebrate and Marine Plant Fishery Resources of British Columbia. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 91. 89 pages.

Lepore, C. 1993. Feasibility of abalone culture in British Columbia. Principles of Aquaculture. Bamfield Marine Station Publications.

Lord, Richard., 2001. Guernsey, Great Britain. Personal Communication.

Lyon, Alastair., 2001. Science Info. Officer, CSIRO, Australia. Personal Communication.

Marriot, J.M. 1993. A study of the use of aquaculture technology for stock enhancement of the northern abalone, Haliotis kamtschatkana. Principles of Aquaculture. Bamfield Marine Station Publications.

Miles, Mark., 2001. Global Ocean Holdings (Pty) Ltd., New Zealand. Personal Communication.

Parker, Guy, 2001. Abalone Coordinator, Fisheries and Oceans Canada, Nanaimo, B.C., Canada. Personal Communication.

Paust, Brian., 2001. Sea-Grant, University of Alaska, Alaska, USA. Personal Communication.

Saunders, Rob., 2001. President, Island Scallop Ltd. Qualicum, B.C. Personal Communication.

Shaw, William N., 1974. Shellfish Culture in Japan. Middle Atlantic Coastal Fisheries Center. National Marine Fisheries Services. NOAA. Oxford, MD 21654. 5 pages.
http://www.lib.noaa.gov/japan/aquaculture/report1/shaw2.html

Shen, Juefen, and Shihuan Kuang, 1996. Seed Production and Growout Culture Technique for Abalone *Haliotis discus hannai* Ino. Aquaculture Ecology Division, Yellow Sea Fisheries Research Institute. 23 pages.
http://www.ualberta.ca/~skuang/abalone.html

Sloan, Norm A. and Paul A. Breen., 1988. Northern *Abalone Haliotis kamtschatkana*, in British Columbia. Fisheries and synopsis of life history information. Fisheries and Oceans Canada. 46 pages.

Sutherland, I.R., 1989. Kelp Inventory, 1988 Juan de Fuca Strait. B.C. Aquaculture and Commercial Fisheries Branch, Fisheries Development Rep. No. 35. 18 pp. plus 6 charts.

Sutherland, I.R., 1990. Kelp Inventory, 1989. The Vancouver Island and Malcolm Island shores of Queen Charlotte Strait, including a summary of historical inventory information for the area. B.C. Aquaculture and Commercial Fisheries Branch, Fisheries Development Rep. No. 36. 41 pp. plus 3 charts.

Sutherland, I.R., 1996. Kelp Inventory, 1995. Nootka Sound. B.C. Aquaculture and Commercial Fisheries Branch, Fisheries Development Rep. No. 38. 22 pp. plus 5 charts.

Tingley, Alan., 2001. CFEC, State of Alaska, USA. Personal Communication.

Van Hook, Linda and Chris., 2001. Abalone International, California, USA. Personal Communication.

Vandepeer, Meegan., 2001. Research Officer, South Australian Research & Development. Institute Aquatic Sciences Centre., South Africa. Personal Communication.

Winther, I. 1985. Abalone population characteristics and substrate utilization at Aguilar Point. Marine Ecology. Bamfield Marine Station Publications.

Woodby, Doug., 2001. ADFG, State of Alaska, USA. Personal Communication.

D.

PÉTONCLE JAPONAIS

1. CONTEXTE

On dénombre treize espèces de pétoncle dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique. La plupart d'entre elles sont petites ou rares, mais quatre sont de tailles suffisamment grandes pour en rendre le commerce attrayant. Parmi elles, le pétoncle rose (*Chlamys rubida*), le pétoncle épineux (*C. hastata*), le pétoncle géant du Pacifique (*Patinopecten caurinus*) et le pétoncle des roches géant (*Crassadoma gigantea*). La pêche ne vise que le pétoncle rose et le pétoncle épineux.

Les populations de ces deux espèces sont limitées et se trouvent en gisements dispersés. En 2000, la pêche des deux espèces a produit des débarquements de 52,2 tonnes d'une valeur de 250 000 $. Devant les préoccupations exprimées à propos du peu de données dont on dispose sur cette pêche, le Ministre fédéral a interrompu la délivrance de permis de pêche commerciale du pétoncle en 2000. Les pêches du pétoncle ne sont maintenant autorisées qu'en vertu de permis délivrés à des fins scientifiques.

La fermeté des marchés internationaux des différentes espèces de pétoncle et la biomasse exploitable limitée en Colombie-Britannique ont encouragé les scientifiques du ministère fédéral des Pêches et des Océans à examiner les possibilités de pectiniculture dès le début des années 1980. Pour amorcer le processus, un stock de géniteurs de pétoncle japonais a été importé en Colombie-Britannique, tenus en quarantaine pendant la ponte pour éviter la possibilité de transfert de maladies dans les eaux de la Colombie-Britannique. Le naissain qui en a résulté a été ensemencé à huit emplacements de la province. Des taux de croissance et de survie encourageants ont été notés à certains endroits. Des recherches sur la mise au point de techniques d'écloserie, de nurserie et de grossissement ont été faites par les gouvernements fédéral et provincial et, par la suite, par l'industrie.

En 1989, Island Scallops Ltd., avec une aide financière fédérale et provinciale, a construit une installation de culture marine des mollusques en vue de commercialiser la technologie d'écloserie pour le pétoncle japonais. Les travaux ont progressé jusqu'au stade commercial et les travaux de grossissement ont commencé à plusieurs endroits où des méthodes appropriées de pectiniculture ont été mises au point.

Une maladie causée par un protozoaire de type inconnu (SPX) a été décelée chez les pétoncles cultivés à plusieurs endroits de la Colombie-Britannique. Après une année au cours de laquelle les taux de croissance et de survie ont été excellents, 60 % en moyenne des pétoncles sont morts pendant la deuxième année de grossissement, le taux de mortalité à certains endroits ayant même atteint presque 100 % (Bower *et al.*, 1992). Heureusement, quelques survivants ont acquis une résistance à SPX et ont formé la base du stock de géniteurs qui soutient aujourd'hui une petite industrie aquacole (production de 30 t en 1999, d'une valeur de 200 000 $ à 300 000 $).

Afin de surmonter la mortalité causée par pathogènes, un hybride résistant aux maladies a été mis au point (pétoncle du Pacifique) résultant d'un croisement entre des pétoncles japonais femelles (*P. yessoensis*) et des mâles de la souche locale de pétoncle géant du Pacifique (*P. caurinus*). Cet hybride constitue le fondement de l'étude de cas.

2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES

Les Japonais ont défini trois caractéristiques fondamentales dont il faut tenir compte pour choisir le lieu de pectiniculture :

- maintien de températures d'eau basses à modérées (7 à 10° C);
- maintien d'une salinité élevée dans la colonne d'eau (>28 o/oo);
- atténuation des déplacements ou mouvements du matériel de culture (si l'on a recours à une méthode de culture en suspension).

Le pétoncle japonais et le pétoncle géant du Pacifique sont des espèces d'eau froide qui privilégient les températures d'eau variant entre 7 et 10 °C. Leur croissance ralentit lorsque la température dépasse 12,5 °C et on constate même des mortalités à plus de 16 °C. Une salinité entre 28 et 31 ppt sera tolérée, bien que le niveau optimal soit de 30-31 ppt (Heath, 1993).

On trouve sur la côte de la Colombie-Britannique de nombreux endroits abrités, où l'eau est profonde et le débit, excellent. En raison des infiltrations d'eau de pluie et de la fonte des neiges, il arrive que les eaux saumâtres représentent un problème, de sorte que les profondeurs optimales de culture dépassent habituellement les 7 mètres, ce qui permet de maintenir une salinité appropriée.

Le pétoncle croît sans difficulté dans les zones où la circulation d'eau est bonne (sans être excessive). Les courants fournissent le niveau approprié de nourriture planctonique et d'échange nécessaire pour la respiration et l'excrétion. Les pétoncles sont sujets au « mal de mer »; par conséquent, les techniques de suspension devraient être utilisées dans des endroits où la hauteur de vague ne dépasse pas un mètre. La hauteur optimale serait de < 0,75 m. L'ensemencement sur le fond dont il est question dans la présente étude permet d'éviter cette restriction.

Les principaux paramètres biophysiques sont établis dans le tableau qui suit.

Résumé des paramètres biophysiques optimaux pour la culture du pétoncle du Pacifique

Substrat	**gravier/sable/coquillages**
Profondeur	**10 – 50 m**
Température	**7 – 10 °C**
Salinité	**28 – 31 o/oo**
Oxygène	**>2,0 cc/L**
Productivité	**Phytoplancton – modéré/continu**

Abondance et densité

Il n'existe pas de pêche du pétoncle du Pacifique hybride sauvage en Colombie-Britannique. Aucune estimation de l'abondance naturelle et de la densité n'est donc disponible.

3. MISE EN VALEUR DU PÉTONCLE

Production de naissain

Le captage de naissain de pétoncle sauvage n'est pas possible parce que la population est trop restreinte. Tout programme de mise en valeur doit donc reposer sur la production de naissain en écloserie. Deux écloseries de la Colombie-Britannique fournissent du naissain de pétoncle en quantités commerciales.

Nurserie/culture intermédiaire

Le naissain de pétoncle a une tolérance relativement limitée aux fluctuations de température et de salinité, mais exige une disponibilité optimale du plancton. Il est donc important, lorsque le naissain est placé en nurserie, de s'assurer qu'il se trouve en eau suffisamment profonde pour éviter les fluctuations de température et de salinité, tout en ayant accès au plancton dans l'eau.

Le naissain de pétoncle peut être déplacé en nurserie en avril ou en mai, lorsque les naissains ont encore une taille de moins de 1 mm. Le naissain est alors déposé dans des collecteurs ou « sac à oignons japonais », suspendus à des filières dans des aires de croissance optimale. Une densité de 1 000 naissains par sac ou panier est courante.

En juin ou en juillet, le naissain a habituellement atteint une taille de 1 à 1,5 cm et il se détache du « collecteur » de sorte qu'il est libre dans le panier. À ce stade, le naissain est trié et peut être soit ensemencé directement sur le fond pour le dernier stade de grossissement ou transféré dans des paniers japonais où il pourra poursuivre sa croissance. Cette dernière solution augmente le taux de survie (et les revenus), mais augmente toutefois les coûts d'investissement et d'exploitation. L'ensemencement direct entraîne une plus forte mortalité (et des revenus inférieurs), mais les coûts d'investissement et d'exploitation sont moindres. La démarche optimale varie selon les coûts et les avantages relatifs et ne peut être déterminée que par l'expérience.

4. MODÈLE DE PACAGE MARIN

Aperçu

Il n'y a actuellement aucune exploitation commerciale établie de pectiniculture en Colombie-Britannique qui ait recours à la méthode d'ensemencement sur le fond. Par conséquent, il n'existe pas de paramètres et d'hypothèses qui auraient aidé à définir un modèle de culture pour les eaux locales. Le modèle repose plutôt sur des hypothèses établies à partir de documents de recherche, de communications personnelles, de l'expérience japonaise avec cette espèce et de travaux semblables (avec des espèces différentes) qui sont effectués dans l'Est du Canada. Les progrès continus des techniques d'écloserie et de grossissement, les changements imprévus des conditions naturelles et les conditions du marché peuvent évidemment avoir des répercussions sur la validité des hypothèses.

L'expérience japonaise du rétablissement de l'industrie du pétoncle fournit un exemple de succès commercial de pacage marin. Plus de la moitié de la production d'environ 400 000 t de pétoncle de ce pays vient de la culture à ensemencement sur le fond. Un résumé de l'expérience japonaise figure au chapitre 4.

Superficie de culture potentielle

Aucune estimation de la superficie de culture potentielle d'après l'expérience réelle de pêche ou les conditions favorables de l'habitat n'est disponible. Il est possible de fournir une estimation approximative de l'habitat potentiel du pétoncle en se fondant sur l'habitat approprié à la panope du Pacifique. Les exigences biophysiques sont à peu près les mêmes, bien que la panope ait besoin d'un substrat plus dur. L'estimation réalisée de cette façon indique qu'il faudrait tout au moins que la superficie qui répond aux exigences biophysiques du pétoncle soit de l'ordre de 10 000 ha.

Aux fins de notre étude, nous avons assumé une superficie de 3 000 ha qui fournirait des conditions optimales pour la croissance du pétoncle. L'étude de cas suppose que 1 000 ha sont mis en valeur chaque année pendant trois ans (cycle de croissance de trois ans), la production de la première zone arrivant à maturité au cours de la troisième année, et la récolte se faisant par roulement dans chaque zone par la suite. Pour placer ces données en perspective, notons que dans une seule baie au Japon (la baie Mutsu), quelque 20 000 ha (200 km^2) sont consacrés à l'ensemencement sur le fond.

Hypothèses

- Densité d'ensemencement = 8 larves/m^2
- Survie = 15 % jusqu'au stade d'adulte
- Densité finale = 1,2 adulte/m^2
- Superficie totale de l'habitat = 10 000 ha
- Superficie de culture théorique = 1 000 ha/an
- Besoins annuels de naissain = 80 millions
- Récupération (à 15 %) = 12 millions/an
- Cycle de croissance = 3 ans
- Superficie de culture totale 1 000 ha/an x 3 ans = 3 000 ha
- Coût du naissain = 0,2 $/larve
- Coût de nurserie = sans objet
- Coût de grossissement = sans objet
- Coût total annuel du naissain = 1,6 million de dollars
- Poids moyen à la récolte = 125 g
- Taille marchande = aucun minimum légal
- Poids total de la récolte = 1,5 million de kg
- PUE (drague) = 300 kg/jour
- Effort = 5 000 jours-bateaux
- Prix au débarquement = 6,50 $/kg
- Revenu total = 9,75 millions de dollars

Discussion

Naissain

Aux fin de notre étude, nous assumons du naissain de 30 mm. Il peut être acquis auprès d'écloseries commerciales au coût de 20 $/1 000. Il serait aussi viable à une plus petite taille, mais le taux de mortalité serait très élevé. En utilisant une plus grande taille, on ajoute aux coûts, mais le compromis en vaut la peine à cause du taux de survie plus élevé.

Taux de survie

L'étude suppose un taux de survie de 15 %. Cette donnée a été rajustée à la baisse par rapport à l'expérience japonaise (35 % de survie) afin de tenir compte de l'absence présumée d'éloignement des prédateurs en Colombie-Britannique. Les pêcheurs japonais éloignent les prédateurs en passant une drague à étoiles de mer sur le fond avant l'ensemencement de même qu'en utilisant des casiers à étoiles de mer. Pour l'étude de cas, le dragage du fond n'est pas possible en raison du coût, sans compter que nous assumons que cette pratique ne serait pas permise dans les eaux canadiennes.

Densité d'ensemencement et grossissement

On assume une densité de huit jeunes pétoncles au mètre carré pour l'étude. Cette donnée se fonde sur l'expérience japonaise et sur l'expérience d'une entreprise de Colombie-Britannique qui a des antécédents de culture sur le fond. Au Japon, la culture sur le fond intensive commence par des animaux de 30 à 50 mm. Ceux-ci sont cultivés jusqu'à cette taille dans des paniers japonais afin de réduire la mortalité due à la prédation. L'ensemencement tient compte de la capacité de charge optimale de 1 200 g/m^2 ou d'environ six pétoncles de taille marchande au mètre carré (Tanaka, 1980).

En Colombie-Britannique, Island Scallop Ltd. fait de l'ensemencement sur le fond depuis 1993, environ 18 millions de jeunes pétoncles de 3 à 4 mm ayant été ensemencés en 2000 (Saunders, 2001, comm. pers.). Le projet applique un protocole de culture extensive avec ensemencement à faible densité au moyen de méthodes d'ensemencement. En raison de la superficie visée, aucune protection n'est utilisée contre les prédateurs pour la culture sur le fond. La période de grossissement de larves 3 à 4 mm devrait être de trois ans. Aucune estimation n'est disponible quant au taux de survie.

Récolte

L'étude de cas suppose que les pétoncles sont récoltés au moyen de dragues conventionnelles. La récolte en plongée est également possible, mais la densité relativement faible des pétoncles adultes rend cette méthode peu économique. D'après les données moyennes sur 10 ans pour le pétoncle rose et le pétoncle épineux sauvages en Colombie-Britannique, on assume des PUE de 24 kg/heure de trait (MPO, 2001), ce qui représente environ 300 kg/jour.

Prix au débarquement

Des niveaux modérés de pétoncle de culture ont été récoltés et vendus en Colombie-Britannique depuis 1995. En 1999, la production de pétoncle a atteint 30 t d'une valeur au débarquement de 200 000 $ ou 6,60 $/kg. C'est le prix utilisé pour l'analyse. D'après le poids moyen à la récole prévu de 100 g par animal, chaque animal commercialisable a une valeur de 0,67 $. Les gros pétoncles (11 cm ou 125 g) se vendent jusqu'à 1 $ chacun (Saunders, 2001, comm. pers.).

BIBLIOGRAPHIE

Anon. 1994, Development of Hatchery and Field Culture Methods for the Atlantic Sea Scallop, Placopectin magellanicus. Martha's Vineyard Shellfish Group. Inc. 19 pages. http://www.mvshellfishgroup.org/Reports/Seascallop.htm

Anon., 2000. World Bivalve Update. October 2000. Globefish- UNFAO.

Anon. 2001. Scallop Culture in British Columbia. British Columbia Shellfish Growers Information Resource System.
http://www.island.net/~bcsga/bcsgirs/scallops/scallop.htm

Bourne, N., 1987. Scallop culture and Fisheries in British Columbia. Alaska Sea Grant Report no. 88-4, pp. 35-41.

Bourne, N., Hodgson, C.A., Carolsfeldt, W., 1988. The potential of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis,* for west coast aquaculture: Growth and survival of juveniles in British Columbia waters. J. Shellfish Res. 1988, vol. 7, no. 3, p. 563.

Bourne, N., Hodgson, C.A. and Whyte, J.N.C., 1989. A manual for scallop culture in British Columbia. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1694, 215 pages.

Bower, S.M., Blackbourne, J., Meyer, J., Nishimura, D.J.H., 1992. Diseases of cultured Japanese Scallops (*Patinopecten yessoensis*) in British Columbia, Canada. PAMAQ IV: Fourth international colloquium on pathology in marine aquaculture.

Banning, P. Van Ed. Vol. 107, no. 2-3, pp. 201-210; Aquaculture, Burjell, G. and Tony Berry, 1981. The Potential of Scallop Culture in Ireland. Aquaculture Technical Bulletin. National Board for Science and Technology. Dublin Ireland.

Cross, S. F., 1993. Oceanographic Conditions Conducive to Culture of the Japanese Scallop, Patinopecten yessoensis, in British Columbia. Canada. Aquametrix Research Ltd., Sidney, B.C. 6 pages.

Cross, 1991. Grow out aspects for the culture of the Japanese scallop, *Patinopecten yessoensis*: Implications for the commercial production along the northwest coast of North America. J. Shellfish Res. 1991, vol. 10, no. 1, p. 234.

DFO, 2001 2001. Annual Landings, Value and Effort for Pink and Spiny Scallops, 1982-2000. DFO, Stats.

FAO. *Fisheries Country Profile Japan*. FID/CP/JPN Rev. 4. May 2000.

Fish Information and Services. *Market Reports 09/03/98*.

Fish Information and Services. *Market Reports 28/07/00*

Fujiya, Masaru. *Comprehensive Report: International Symposium on Marine Ranching in Ishikawa*, 1996.

Heath, William Arthur, 1993. Estimated Costs and Returns for a Scallop Grow out Enterprise. Aquaculture Industry Development Report. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 26 pages.

Halvorson, Harlun.O., et. al., 1999. Sea Scallop Aquaculture. 1999 Blueprint-Background, Discussion, & Policy Recommendations. A Report on the Second Sea Scallop Summit, March 10-11, 1999. Policy Center for Marine Biosciences and Technology. University of Massachusetts, Boston. 42 pages.
http://www.seascallop.com/Summit.html

Hisashi Kan-no and Tomoo Hayashi., 19__. The Present Status of Shellfish Culture In Japan. 3 Pages. Middle Atlantic Coastal Fisheries Center. National Marine Fisheries Services. NOAA. Oxford, MD

21654.
http://www.lib.noaa.gov/japan/aquaculture/report1/shaw2.html

Hamilton, Linda. D., 1981. Scallops: Potential for Mariculture in British Columbia. Information Report No. 3. Marine Resources Branch, Ministry of Environment, Province of B.C. 18 pages.

Ito, H, 1992. Mass production methods for industrializing scallop culture. J. Shellfish Res. 1992, vol. 11, no. 1, p. 198

Ito, Hiroshi., 1991. Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 21. 1991. Edited by Shumway, Sandra.

Jamieson, G.S. and K. Francis (Ed.), 1986. Invertebrate and Marine Plant Fishery Resources of British Columbia. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 91. 89 Pages.

Kan-No, Hisashi and Hayashi, Tomoo. *The Present Status of Shellfish Culture in Japan*.

Karney, Richard C., ____. Ten Years of Scallop Culture on Martha's Vineyard.
http://mvshellfishgroup.org/Reports/Ten.htm.

Kingzett, B.C., Bourne, N., 1991. Overwintering growth of juvenile Japanese scallops *Patinopecten yessoensis* in pearl nets: effects of density and wave exposure. J. Shellfish Res., 1991, vol. 10, no. 1, p. 238.

Leal, Donald. *Community-Run Fisheries: Avoiding the 'Tragedy of the Commons.* PERC Policy Series Issue Number PS-7. A Summary, September, 1996.

Maine Delegation to Aomori Prefecture, Japan. *The Culture of Japanese Scallops (Patinopecten yessoensis)*. May, 1999.

Merrit, J.H., Chung, S.L., Gould, S.P., 1990. The sea scallop fishery: A case for freezing at sea. Rep. Florida Sea Grant Program, 1991, pp.505-508.

Rappaport, Stephen. *Technology Transfer: Opportunities in Shellfish Culture.* Farm Fishing News, Volume 7, 1999/2000.

Ruddle, K. *No Common Property Problem: Village Fisheries in Japanese Coastal Waters.* Paper presented at Workshop on Ecological Management of Common Property Resources, IV International Congress of Ecology, Syracuse, New York, 1986.

Saunders, R.G., 2001. Personal Communication.

Saunders, R.G., 1991. Commercial cultivation of the Japanese scallop, Patinopecten yessoensis, in British Columbia. Abstracts of the Pacific Coast Oyster Growers Association, Richmond, B.C., 1991.

Saunders, R.G., 1993. Letter to Mr. Pat Chamut, Director General, Fisheries and Oceans, Pacific Region, Vancouver, B.C.

Shaw, William N., 1996. Shellfish Culture in Japan. Middle Atlantic Coastal Fisheries Center. National Marine Fisheries Services. NOAA. Oxford, MD 21654. 5 Pages.
http://www.lib.noaa.gov/japan/aquaculture/report1/shaw2.html

Tanaka, Shogo., 1980. Culture of Scallop (Hotategai no Zoyoshoku). Translated from Japanese, 1982. Hokkaido Culture Fishery Promotion Corporation. 65 pages.

White, Susan, 1999. *Japan Trip Brings Insights On Scallop Culture.* Adapted from *The Culture of Japanese Scallops (Patinopecten yessoensis).* Report on the Maine Delegation Trip to Aomori Prefecture, Japan, 1999. Photo credits as well.

Yamamoto, Tadashi, 2000. *Collective Fishery Management Developed in Japan – Why Community-based Fishery Management Has Been Well Developed in Japan*. IIFET 2000 Proceedings.

E.

PÉTONCLE GÉANT

1. CONTEXTE

Le pétoncle géant *Placopecten magellanicus* vit dans les eaux qui s'étendent de la Caroline du Nord jusqu'au nord du golfe du Saint-Laurent et soutient l'une des pêches de mollusques les plus lucratives de la côte est. Le pétoncle vit dans des eaux peu profondes jusqu'à >200 mètres et se nourrit d'épifaune en suspension, occupant des substrats durs ou rocailleux. La pêche comprenait antérieurement de nombreuses baies et anses côtières, mais elle est maintenant restreinte en grande partie aux bancs hauturiers et à certains gisements côtiers déterminés (p. ex. dans la Baie de Fundy).

Pêche côtière

Les activités de pêche côtière sont concentrées dans la baie de Fundy, bien que d'importants débarquements soient enregistrés au Québec et à Terre-Neuve. Les stocks de la baie de Fundy ont souffert de la pêche en concurrence et d'une gestion plutôt limitée pendant de nombreuses années. La pêche a pris énormément d'expansion au milieu des années 1980, à la suite de la fermeture de l'accès aux zones hauturières (principalement le banc de Georges) par les bateaux côtiers. En l'absence de quota, les débarquements ont atteint un sommet d'environ 4 500 tonnes en 1989, mais ont chuté rapidement par la suite, surtout à cause des pressions excessives exercées par la pêche. Les débarquements étaient de seulement 1 750 tonnes en 1995. Avant que les stocks ne s'effondrent totalement, un quota a enfin été adopté en 1997. Les stocks ont continué à diminuer et, en 1999, les débarquements avaient baissé à environ 785 tonnes avec un quota de 760 tonnes. À peu près 190 bateaux sont actifs, par rapport à 350, au sommet de la pêche.

Pêche hauturière

La pêche hauturière du pétoncle est pratiquée principalement au large de la côte sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, sur le banc de Georges et, dans une moindre mesure, sur plusieurs bancs de la plate-forme Scotian : le banc de Browns, le banc German, le banc de l'île de Sable et le banc Western.

En ce qui concerne le banc de Georges, l'objectif à long terme est de réglementer la pêche de manière à en optimiser le rendement ou la valeur. Cet objectif peut être atteint en réglementant la taille des pétoncles à récolter (30 chairs/lb) et en limitant l'effort de pêche général au moyen de quotas et de quotas individuels. La flottille hauturière autrefois d'envergure (77 bateaux) se compose maintenant de quelque 20 à 25 navires. Sa rationalisation est due en grande partie à l'adoption d'allocations aux entreprises (quotas d'entreprise) qui ont éliminé la pêche en concurrence et la nécessité d'avoir une capacité d'exploitation excessive. La pêche hauturière rapporte généralement des débarquements d'une valeur qui dépasse les 60 millions de dollars.

Les pétoncles se reproduisent en septembre et octobre, mais on observe aussi une période de ponte au printemps chez certaines populations. Le pétoncle géant est recruté au sein de la population exploitable à l'âge de 5 ou 6 ans. Bien que la pêche soit raisonnablement en bon état, elle est à certains endroits

soutenue par quelques classes d'âge fortes seulement. Le MPO dispose de données à long terme exhaustives sur la dynamique des stocks de pétoncles et il existe énormément d'information dans les ouvrages scientifiques sur le pétoncle géant, principalement dans l'Est du Canada. La pêche vise principalement le muscle adducteur, bien qu'il y ait un marché d'exportation de pétoncles entiers pour la vente en coquille. Vu la grande valeur de la chair de pétoncle, la culture de cette espèce a suscité un large intérêt. L'ensemencement sur le fond est un mode de culture efficace pour diverses espèces de pétoncle ailleurs et des essais d'ensemencement du pétoncle géant ont été faits (Cliche *et al.*, 1997).

La culture sur le fond a l'avantage de n'exiger qu'un faible investissement et de faibles coûts d'entretien, mais, au détriment d'une mortalité élevée et, souvent, d'une croissance lente. Les plus grandes tentatives de culture sur le fond ont été effectuées dans les eaux du golfe du Saint-Laurent. Ces projets comprenaient les Îles-de-la-Madeleine, la baie des Chaleurs (Union des pêcheurs des Maritimes) et le détroit de Northumberland (Botsford Professional Fishermen's Association). Il y a sans doute un important habitat de pétoncles sur la côte est et le rétablissement des stocks dans ces secteurs se traduirait probablement par un important rendement pour la pêche. Ainsi, on a entrepris d'estimer la valeur d'une pêche pouvant découler de l'ensemencement d'emplacements potentiels. Il ne faut pas oublier que la récolte de pétoncles exigerait un dragage intensif des habitats côtiers. Or, le dragage des pétoncles a des effets négatifs démontrés sur le benthos naturel (Thrush *et al.*, 1998) de sorte qu'une intensification de cette activité est un pensez-y bien.

2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES

Le pétoncle exige de fortes concentrations d'oxygène. Cette espèce est sténohaline, c'est-à-dire qu'elle exige une salinité d'au moins 30 ppt. Elle est très sensible et relativement intolérante à la pollution et aux fortes concentrations de fines particules en suspension (Cranford et Gordon, 1992). Les pétoncles sont aussi très sensibles aux fluctuations de température. Par le passé, des mortalités massives de pétoncles en eaux peu profondes (de 12 à 20 m ou moins) ont été attribuées à des oscillations de la thermocline. La limite supérieure létale absolue est de 22,5 °C, bien que l'on note des stress importants bien en deçà de cette limite. Les températures optimales de croissance sont de 10 à 15 °C. En-dessous de 8 °C, la croissance ralentit.

Résumé des paramètres biophysiques optimaux pour le pétoncle géant

Substrat	**coquillages/gravier/sable/sable vaseux**
Profondeur	**5 – 100 m**
Température	**>0 – 18**
Salinité	**>30 o/oo**
Turbidité	**faible**
Exposition	**sous la zone de déferlement**

3. MISE EN VALEUR DU PÉTONCLE GÉANT

Production de naissain

Il existe deux méthodes complémentaires pour obtenir du naissain de pétoncle géant, ce sont le captage de naissain naturel et la production en écloserie. La première est moins coûteuse mais nécessite toujours l'utilisation de matériel fixé, comprenant habituellement des sacs-filet remplis de filet (disponibles dans le commerce) ou d'autre matériau (p. ex. Netron) étendus sur une grande surface, sur lesquels les pétoncles iront se fixer. Le moment de la mise en place du collecteur par rapport à la période de reproduction des

pétoncles est aussi très important de façon que les collecteurs soient dans l'eau pendant la chute du naissain (habituellement à l'automne). En outre, certains emplacements sont connus (p. ex. la baie Passamaquoddy (N.-B.) comme offrant de meilleures chances de succès que d'autres.

Les collecteurs restent dans l'eau pendant quelques semaines, après lesquelles ils sont récupérés pour en extraire les petits pétoncles. Le naissain est alors trop petit pour être ensemencé et doit faire l'objet d'une culture intermédiaire (voir ci-dessous). La production en écloserie est un moyen plus fiable d'obtenir du naissain à long terme. Une partie des problèmes techniques initiaux ayant été résolus, la production en écloserie à grande échelle est maintenant possible. Malgré le coût initial d'investissement et les connaissances spécialisées requises, cette technique permet d'éviter les incertitudes, les dépenses sur le terrain et la logistique du captage de naissain. De plus, il est possible de cultiver le naissain jusqu'à une taille suffisamment grande pour réduire ou éviter la culture intermédiaire.

Nurserie

La culture intermédiaire dans des récipients comme les paniers japonais permet aux pétoncles d'atteindre une plus grande taille dans un milieu protégé avant l'ensemencement. Cette étape exige l'achat et la mise en place d'ancres, de filières et de filets dans une zone définie pendant une période d'environ un an, ce qui ajoute considérablement au coût et à la manutention du cycle de culture. De plus, les emplacements de culture doivent être loués ce qui nécessite l'obtention de permis. Étant donné les coûts et l'effort de mise en place des filets de culture, il serait difficile de justifier l'ensemencement des jeunes pétoncles sur le fond lorsque les risques de pertes sont supérieurs à 70 %, au lieu de poursuivre tout simplement de la croissance en suspension.

Par ailleurs, la culture intermédiaire peut se faire dans des paniers collecteurs, pour la moitié du coût des paniers japonais, mais la croissance peut alors être réduite de 30 % (Cliche *et al.*, 1997). Dans ce cas, le coût et la stabilité des collecteurs doivent être équivalents à ceux des paniers japonais, mais le coût d'investissement des structures est moindre. Il est à noter que les larves de prédateurs qui se fixent dans les collecteurs vont y atteindre la maturité aux dépens des pétoncles. Les collecteurs pourraient devoir être déplacés d'un emplacement de captage du naissain vers un lieu de nurserie plus favorable et avec suffisamment de nourriture pour qu'il soit possible de les y laisser pendant environ un an, à la fin duquel les pétoncles auront atteint environ 25 mm. Il existe dans le commerce des dispositifs mécanisés pour le tri des pétoncles retirés des collecteurs.

Ensemencement

On trouve des pétoncles sur différents substrats, mais plus communément sur de la pierre, du gravier et du sable. Le pétoncle tolère mal les températures élevées, une faible salinité et une turbidité excessive, de sorte que les fonds vaseux et meubles ou les estuaires peu profonds sont moins appropriés. *Placopecten* vit dans des zones où le courant de marée est fort, mais pas dans des zones sablonneuses peu profondes exposées aux vagues. Les fonds rocheux rendent la récolte difficile.

Les pétoncles sont soumis à des stress en raison de l'exposition et de la manutention qui peuvent accroître le taux de mortalité (Fleury *et al.*, 1996). Avant l'ensemencement, il faut les garder immergés ou suffisamment mouillés sur le bateau servant à l'ensemencement. Une fois sur le fond, ils auront peut-être à nager et à éviter les prédateurs. Ces stress vont hausser le taux de mortalité initiale ou les risques de prédation. Nous notons que, compte tenu des méthodes actuelles d'ensemencement, les facteurs comme la croissance et la survie ne sont pas considérés comme étant associés au substrat parce que les dépendances à cet égard sont mal connues et parce que nous ne connaissons pas les caractéristiques du substrat sur une grande partie des côtes.

4. MODÈLE DE PACAGE MARIN

Aperçu

Le scénario de culture sur le fond des pétoncles géants est basé sur des expériences d'ensemencement décrites ci-dessous ainsi que sur l'ensemencement réalisé au Québec à l'échelle commerciale. Nous supposons que les densités d'exploitation qui résultent de l'ensemencement seront semblables aux densités naturelles, c'est-à-dire que l'ensemencement n'accroîtra pas l'abondance naturelle. Nous tenons également pour acquis que l'ensemencement aura lieu dans des zones où il existe déjà des gisements de pétoncles commerciaux. Ces secteurs peuvent être fermés pour favoriser une croissance optimale. La valeur des fermetures par alternance ou par zone pour favoriser la croissance du pétoncle a été amplement démontrée par la reprise, en 1999, de la pêche du pétoncle du côté américain du banc de Georges, après un moratoire de cinq ans. Les stocks affichaient un rétablissement considérable par rapport aux niveaux du début des années 1990 et une grande partie des prises étaient composées de gros pétoncles, c'est-à-dire <10 chairs la livre. (Gardner Pinfold, 2000).

Superficie de culture potentielle

Dans la présente étude, la gamme des profondeurs de l'habitat de pétoncle géant était considérée comme étant de 5 à 100 m. Les habitats potentiels ont été choisis là où les isobathes sont bien distancées, indiquant une pente douce. Les types de fond marin comprennent le sable, les coquillages et le gravier et, lorsque c'est possible, excluent la vase. Les zones à faible échange d'eau ou à turbidité excessive, lorsqu'elles étaient discernables, ont été exclues. L'habitat potentiel total, en tenant compte de ces facteurs et d'autres (p. ex. basse température de l'eau), est estimé à 68 300 km^2.

Les caractéristiques géographiques particulières sont les suivantes : l'est de Terre-Neuve offre une côte rocheuse exposée, avec de nombreuses baies et anses. On trouve dans plusieurs petites baies de petites zones d'habitat potentiel du pétoncle géant, bien qu'aucune pêche commerciale n'y soit pratiquée. La côte nord-est de Terre-Neuve est généralement exposée, bien que plusieurs îles et un fond marin en pente douce dans la baie Notre-Dame fournissent un habitat potentiel pour le pétoncle. Les zones situées entre l'île Fogo et Bacalhao offrent un intérêt particulier, de même que celles qui se trouvent entre la baie Hare et Belle-Isle. La côte sud de Terre-Neuve fournit un important habitat potentiel pour le pétoncle près des zones semi-hauturières (p. ex. dans la baie de Plaisance) et sur les bancs du large (banc Burgeo, banc de Saint-Pierre). Un grand secteur dans la baie de Port-au-Port et aux alentours a été défini comme un habitat potentiel du pétoncle. Cette zone soutient une pêche productive du pétoncle à des fins commerciales, de sorte qu'on peut supposer qu'il s'agit d'un habitat réel plutôt que potentiel du pétoncle. La baie et la partie hauturière du fond marin sur la côte ouest de Terre-Neuve semblent un bon habitat potentiel pour le pétoncle géant. La limite nord était considérée comme étant Belle-Isle, de sorte que la côte du Labrador n'a pas été examinée.

De grandes zones dans le sud du golfe du Saint-Laurent sont considérées comme constituant un habitat potentiel pour le pétoncle géant parce que les profondeurs sont propices, ainsi que les types de fond, et que des pêches y sont déjà pratiquées. Sur la côte est de la Nouvelle-Écosse, de nombreuses baies et anses offrent un habitat favorable au pétoncle. De grandes étendues du fond marin, situées entre les côtes et la ligne de 50 brasses, pourraient être appropriées pour le pétoncle, mais n'ont pas été incluses dans ces calculs. Le type de fond n'est pas suffisamment bien connu pour faire une estimation raisonnable des aires disponibles. De plus, l'exposition à cet endroit limite la capacité de récolte. Bien qu'il y ait de nombreuses baies et anses du côté ouest et sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, elles sont assez peu profondes de sorte qu'elles se réchauffent rapidement pendant l'été, ce qui est une cause importante de mortalité chez les populations de pétoncles littorales. Ainsi, bien que ces baies puissent soutenir quelques

populations de pétoncles, pour les besoins de l'exercice actuel, elles n'ont pas été considérées comme un habitat potentiel.

Aux fins de la présente analyse, nous supposons une zone de culture de 2 500 km^2 (250 000 hectares). Cette mesure est conservatrice et assez arbitraire, et constitue une zone substantiellement plus limitée que celle qui est considérée comme un habitat approprié (68 300 km^2). Trois facteurs principaux expliquent cette prudence : a) optimalité – la superficie qui offre des conditions optimales est probablement beaucoup plus petite que celle qui fournit des conditions minimales; b) capacité de gestion – du point de vue des activités et des coûts d'ensemencement; et c) accessibilité – il pourrait être difficile d'obtenir un accès exclusif aux espaces océaniques compte tenu de la concurrence d'autres pêches et d'autres utilisations.

Hypothèses

- Densité d'ensemencement = 10 juvéniles/m^2
- Survie = 15 % jusqu'au stade d'adulte avec un taux de récupération de 85 %
- Densité finale = 1,5 adulte/m^2
- Superficie totale de l'habitat = 68 300 km^2
- Superficie de culture théorique = 50 000 ha/an
- Besoins annuels de naissain = 5 000 millions
- Récupération (@ 20 %) = 1 000 millions/an
- Cycle de croissance = 5 ans
- Superficie de culture totale 50 000 ha/an x 5 ans = 250 000 ha
- Coût du naissain = 0,015 $/naissain
- Coût de nurserie = 0,010 $
- Coût de grossissement = Sans objet
- Coût total annuel du naissain/grossissement = 101 millions de dollars
- Poids moyen de la chair à la récolte = 16 g
- Taille marchande (poids minimum de chair) = 10 g
- Poids total de la récolte = 14 millions kg
- PUE = 400 kg/jour
- Effort = 35 000 jours-bateaux
- Prix de vente = 13 $/kg
- Revenu total = 176,8 millions de dollars

Discussion

Naissain

Après la culture en écloserie, le pétoncle ensemencé aurait une taille de 25 mm de longueur de coquille.

Taux de survie

Une des difficultés les plus importantes auxquelles se heurte la culture du pétoncle en mer est la mortalité due à la prédation par les crabes et les étoiles de mer qui peut être catastrophique après l'ensemencement (Hatcher *et al.*, 1996). Plusieurs stratégies ont été employées pour réduire la prédation, notamment l'ensemencement lorsque la température de l'eau est basse et l'activité des prédateurs réduite, et le retrait des prédateurs avant l'ensemencement. Le substrat choisi pour

l'ensemencement a aussi son importance puisque les cailloux ou une topographie plus complexe fournit un meilleur refuge contre la prédation qu'un fond dépourvu d'aspérités. Mis à part la prédation, il arrive que les pétoncles nagent ou soient transportés par les marées, de sorte que la densité d'ensemencement initiale sera réduite. Pour ces raisons, il est recommandé de procéder à l'ensemencement lorsque le naissain a une taille d'au moins 25 mm. À cette taille, le taux de survie devrait être de 30 %, mais une valeur de 20 % est probablement plus réaliste.

Dans les pays comme le Japon, on retire les prédateurs soit à l'aide de casiers ou de dragues, ou par l'application de biocides. Nous sommes d'avis qu'il ne serait pas acceptable de recourir à ces pratiques dans les eaux canadiennes à cause soit de la modification de l'habitat ou des effets qu'ils peuvent avoir sur les pêches commerciales comme celles du homard.

Densité de l'ensemencement et grossissement

Le taux de croissance du pétoncle est fonction de la qualité de l'alimentation et les pétoncles des habitats profonds ont tendance à croître plus lentement (MacDonald et Thompson, 1985). Le taux de croissance sur le fond est aussi réduit comparativement à celui de la culture en suspension. Selon le type de substrat, une grande partie de la population s'enfouira dans les sédiments. Les coquilles peuvent être colonisées par d'autres genres d'épifaune. On s'attend à ce que le pétoncle prenne cinq ans sur le fond pour atteindre une taille commercialisable, et à ce que la densité des adultes soit de un à deux pétoncles au mètre carré.

Récolte

Les pétoncles ensemencés sur le fond seront récoltés à la drague comme pour la pêche des stocks sauvages. Cependant, l'intensité de l'ensemencement exigerait un dragage à grande échelle des fonds du littoral, avec tout ce que cela comporte de conséquences pour l'habitat. Il serait donc souhaitable de mettre au point des types d'engins qui augmentent l'efficacité et réduisent la mortalité incidente des jeunes pétoncles et autres éléments du benthos. La durée de la croissance sur le fond est probablement de cinq ans. Par ailleurs, un produit plus petit pour le marché des pétoncles en coquille serait commercialisable après trois ans. D'après le taux de mortalité par pêche, on suppose que le rendement de la récolte serait de 85 % de la classe d'âge ensemencée qui a survécu jusqu'à l'âge de 5 ans.

Prix de vente

Les États-Unis dominent le marché du pétoncle géant. Les prix sont relativement stables depuis la deuxième moitié des années 1990, les valeurs au débarquement étant de l'ordre de 12 $ à 14 $/kg. Les prix ont baissé légèrement en 2000 à la suite de la réouverture des gisements du côté américain du banc de Georges. Néanmoins, une combinaison de l'approvisionnement limité (les pétoncles géants se trouvent seulement sur la côte nord-est de l'Amérique du Nord) et un marché américain en croissance devraient favoriser une hausse des prix dans un avenir prévisible.

BIBLIOGRAPHIE

Cliche, G., Vigneau, S., Giguere, M., 1997. Status of a commercial sea scallop enhancement project in Iles-de-la-Madeleine (Quebec, Canada). Aquacult. Internat. 5: 259-266.

Cranford, P.J. and D.C. Gordon, 1992. The influence of dilute clay suspensions on sea scallop (*Placopecten magellanicus*) feeding activity and tissue growth. Netherlands Journal of Sea Research 30: 107-120.

Fleury, P.G., Mingant, C., Castillo, A., 1996. A preliminary study of the behaviour and vitality of reseeded juvenile great scallops, of three sizes in three seasons. Aquacult. Internat 4: 325-337.

Gardner Pinfold Consulting Economists Ltd., 2000. Development Potential of the Maine Scallop Industry.

Hatcher, B.G., Scheibling, R.E., Barbeau, M.A., Hennigar, A.W., Taylor, L.H., Windust, A.J., 1996. Dispersion and mortality of a population of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) seeded in a tidal channel. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 38-54.

MacDonald, B.A., Thompson, R.J., 1985. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. 1. Growth rates of shell and somatic tissue. Mar. Ecol. Prog. Ser. 25: 279-294.

Thrush, S.F., Hewitt, J.E., Cummings, V.J., Dayton, P.K., Cryer, M., Turner, S.J., Funnell, G.A., Budd, R.G., Milburn, C.J., Wilkinson, M.R., 1998. Disturbance of the marine benthic habitat by commercial fishing: Impacts at the scale of the fishery. Ecolog. Applic. 8: 866-879.

F.

MYE

1. CONTEXTE

L'aire de répartition de la mye (*Mya arenaria*) s'étend du sud-est des États-Unis jusqu'à la région subarctique ainsi qu'à toute l'Europe septentrionale. Son habitat va des fonds de vase meuble au sable propre et elle est l'un des principaux membres des collectivités benthiques boréales et tempérées. La pêche est une tradition locale de longue date en Nouvelle-Angleterre et dans les Maritimes. Des pêches établies sont pratiquées le long des rives du golfe au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard et le long des côtes du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse dans la baie de Fundy. Les activités de pêche ont beaucoup diminué depuis les années 1950, alors que la valeur des débarquements dépassait les 20 millions de dollars (aux prix actuels). Les débarquements d'aujourd'hui sont plutôt de l'ordre de 4 à 5 millions de dollars. La perte de zones de pêche à cause de la contamination est l'une des principales causes de cette baisse.

Les populations de myes sont touchées par la contamination bactérienne à cause de la proximité de la terre et du ruissellement urbain, ainsi que des proliférations nuisibles d'algues. Il existe depuis longtemps des installations de dépuration à terre pour cette espèce, mais les infrastructures nécessaires pour ce genre de pratique sont maintenant moins communes. Bien que la culture de la mye offre un certain intérêt, on trouve peu de publications sur les pratiques de culture.

Des travaux de développement visant à accroître les possibilités et les pratiques de culture se poursuivent à l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau-Brunswick depuis le début des années 1990. Ces efforts ont cependant connu un certain recul vers la fin des années 1990 lorsqu'une poussée épidémique a éliminé les stocks de plusieurs gisements réensemencés. Le réensemencement de gisements de myes avec des juvéniles capturés à l'état sauvage est pratiqué à l'échelle communautaire depuis de nombreuses années, surtout dans le Maine.

Contrairement aux habitudes plutôt sédentaires des myes adultes, les juvéniles ont tendance à se montrer hautement mobiles, ce qui rend les exercices de recrutement difficiles puisque de courte durée. Les techniques d'écloserie ne posent pas de difficulté et le naissain est disponible à l'échelle commerciale dans le Maine et en Nouvelle-Écosse. L'écologie de la mye est bien connue grâce à de nombreuses études, notamment sur la croissance, l'alimentation et le comportement d'enfouissement. On dispose de différentes évaluations des stocks à divers endroits des Maritimes, grâce aux relevés provinciaux et du MPO. Une partie de l'information donnée dans les paragraphes qui suivent résume les expériences de pêche dans le Maine, décrites par Ellis (1998).

2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES

C'est habituellement dans des sections de sable ou de vase protégées de la zone intertidale inférieure, où les températures sont de moins de 28 °C et où les salinités dépassent 4 à 5 ppt que l'on observe une abondance maximale de myes (Abraham et Dillon, 1986). La mye est eurytherme et euryhaline. Pendant l'hiver, les myes peuvent survivre à des températures inférieures au point de congélation. Les températures pour les myes acclimatées à l'été se situent entre 32,5 °C et 34,4 °C (Abraham et Dillon,

1986). Les juvéniles (<15 mm) affichent une plus grande tolérance à la chaleur que les adultes. Pendant les périodes de stress causé par la chaleur naturelle à court terme, les myes rentrent leur siphon et vivent en anaérobie dans la vase fraîche. Les myes sont des isoconformateurs et les fluctuations de la salinité naturelle dans les estuaires ont peu d'effets sur elles. Cependant, les combinaisons de haute température et de faible salinité ont causé des mortalités massives (Abraham et Dillon, 1986). La mye tolère très bien les fluctuations de l'oxygène et est relativement tolérante à la turbidité.

Résumé des paramètres biophysiques optimaux pour la mye

Substrat	**coquillages/gravier/sable/sable vaseux**
Profondeur	**zone intertidale inférieure à moyenne**
Température	**>0 – 25**
Salinité	**>5 o/oo**
Turbidité	**moyenne**
Oxygène	**tolère de faibles niveaux dans les sédiments**
Exposition	**sous la zone de déferlement**

3. MISE EN VALEUR DE LA MYE

Production de naissain

Les myes se reproduisent au printemps et en été. Les méthodes de captage de naissain de mye ont fait l'objet d'un moins grand nombre d'expérimentations sur le terrain que les collecteurs de naissain de pétoncle. Le captage de naissain de mye dans des collecteurs en suspension est possible, mais elle n'a pas été étudiée à fond. Le captage sur le fond au moyen de surfaces complexes fixées au substrat, qui s'enfouissent avec le temps est également possible. De plus, différentes expériences ont été tentées pour accroître la fixation au moyen de structures telles des pare-neige et des « tentes à mye » ou d'autres dispositifs en filet placés à la surface de sédiments. Les filets peuvent ainsi non seulement favoriser la fixation, mais également réduire la prédation (voir http://www.whoi.edu/seagrant/education/bulletins/clam.html).

Il est difficile de maintenir des structures fixes dans des zones macrotidales comme la baie de Fundy où se trouvent un grand nombre de gisements de myes et toutes les structures doivent être retirées avant d'être soumises à l'érosion par la glace. Certains gisements ont un taux de recrutement plus constant et la récolte des juvéniles a été entreprises à des fins de recherches à l'aide de dispositifs mécaniques permettant de fluidiser et de tamiser la vase. Malheureusement, le recrutement des myes n'est pas un phénomène fiable. Les variations sont dues en partie au déplacement des larves qui peuvent être importées de baies adjacentes, et ne reflètent pas nécessairement la situation véritable de la reproduction des populations locales (Roegner, 1997). Vu la difficulté de recueillir du naissain naturel, on recommande d'accroître la capacité de production en écloserie. Le captage de naissain sauvage un certain potentiel comme supplément des sources d'écloserie mais nécessitera une évaluation plus approfondie des techniques.

Nurserie

Comme pour le pétoncle, la culture jusqu'à une taille appropriée permettra d'augmenter la survie sur le terrain. Les myes sont également très mobiles au stade de juvénile et l'on a vu des cohortes entières disparaître en quelques jours, probablement à cause de l'advection tidale. L'ensemencement à une plus grande taille permet de réduire ce problème. Une des méthodes vraisemblablement utiles pour la culture en nurserie est le FLUPSY (système flottant de remontée d'eau) qui permet de conserver les très jeunes myes dans un bac sur le terrain alimenté par un système de remontée d'eau de mer au moyen d'une

pompe jusqu'à ce qu'elles atteignent une taille suffisamment grande pour la culture intermédiaire (environ 5 mm) (voir http://www.coastalaquacultural.com/upweller.htm). Le FLUPSY peut être installé directement sur le terrain dans des zones abritées comme une sorte de quai afin de tirer parti des sources naturelles de nourriture des eaux environnantes. Après une période de culture en remontée d'eau ou même directement à l'écloserie, des myes de 2 à 20 mm ont passé l'hiver (environ six mois) dans des cages flottantes avec un taux de survie élevé. Cette étape permet d'éviter la saison des glaces et d'ensemencer la mye à une plus grande taille.

Ensemencement

Les myes s'adaptent à un large éventail de sédiments, de sorte qu'un bon nombre de zones intertidales leur sont favorables. La plupart des gisements de myes sont dans des fonds vaseux et les grandes vasières de la baie de Fundy comptent parmi les plus grands habitats propices à la mye. Cependant, la turbidité excessive du bassin Minas semble limiter la présence de la mye à cet endroit. Parmi les autres habitats caractéristiques, notons les zones sablonneuses derrière les îles-barrières et les accumulations de sable à l'embouchures des anses. Le sable exposé à l'action des vagues n'est pas approprié. Dans certaines régions, de grands bas fonds intertidaux offrent une large gamme de hauteurs intertidales pour l'ensemencement. La zone intertidale inférieure fournit davantage de nourriture à cause de la plus grande durée d'immersion (Roegner, 1997), mais elle entraîne aussi une plus grande exposition aux prédateurs. En outre, les travailleurs doivent compter une plus longue période de transport ce qui réduit le temps consacré au travail dans la zone intertidale.

Pour l'ensemencement, les myes sont dispersées manuellement afin de produire des densités de 200 à 400 individus au mètre carré. Des dispositifs mécaniques d'ensemencement utilisés pour la culture d'autres espèces de coquillages pourraient être adaptés à celle de la mye. Dans certains cas, on laboure le fond avant l'ensemencement pour améliorer la surface du sédiment et favoriser l'enfouissement. La densité de culture est généralement importante pour la croissance subséquente et les concentrations denses attireront davantage les prédateurs.

4. MODÈLE DE PACAGE MARIN

Aperçu

Le scénario de culture intertidale des myes est basé sur des expériences réalisées dans le Maine, des pratiques du secteur de la pêche au moyen de méthodes traditionnelles et la culture intertidale d'autres espèces de coquillages. Nous assumons que les densités récoltables résultant de l'ensemencement seront semblables aux densités naturelles, c'est-à-dire que l'ensemencement n'améliorera pas nécessairement l'abondance naturelle. Les gisements existants sont inclus dans les zones envisagées pour l'ensemencement.

Zone de culture potentielle

L'habitat potentiel de la mye est celui des zones intertidales, avec des substrats de sable et de sable vaseux sur un littoral relativement protégé. Les zones disponibles selon les cartes hydrographiques englobent la totalité de la zone intertidale, les myes pouvant se concentrer à des densités différentes en fonction de la profondeur. Nous assumons qu'une superficie de quelque 310 000 ha serait appropriée à la culture de la mye sur la côte atlantique. Cependant, des portions substantielles de cette superficie sont contaminées par les déchets urbains et le ruissellement agricole et devraient être remises en état avant de pouvoir être ensemencées. Dans d'autres zones, l'habitat est moins qu'optimal à cause de la végétation, des cailloux, des étiers, de la hauteur de marée, etc.

Les zones intertidales de l'Île-du-Prince-Édouard et d'un bon nombre des baies du Nouveau-Brunswick, du Québec et de la Nouvelle-Écosse fournissent à la mye une grande superficie d'habitat potentiel. Peu d'habitats de la mye ont été définis à Terre-Neuve. Les zones de Terre-Neuve sont considérées comme marginales pour les myes, à cause des basses températures de l'eau et des conditions des glaces relativement sévères pendant l'hiver.

L'Île-du-Prince-Édouard semble avoir de grandes portions d'habitat « potentiel» en raison de la nature sédimentaire de ses côtes. Plusieurs zones offrent un bon habitat pour la mye et ont été définies dans les baies, particulièrement autour de Malpeque, Rustico, la baie de Cardigan, Murray Harbour et les baies de Hillsborough et d'Egmont. Bon nombre des estuaires des îles-barrières de la côte nord de l'Île-du-Prince-Édouard comportent des caractéristiques deltaïques protégées qui favorisent les populations de myes.

Sur la côte du Nouveau-Brunswick, dans la région qui entoure la baie Miramichi jusqu'à la baie Verte, on note de nombreuses zones appropriées à un habitat potentiel de la mye et plusieurs de ces secteur soutiennent une pêche commerciale. En Nouvelle-Écosse, plusieurs baies offrent un potentiel pour les myes. On trouve d'importants platins de sable/vase dans les inlets de Chezzetcook, Petpeswick et à Clam Harbour. Bon nombre de ces platins permettent d'importantes récoltes récréatives de myes et des récoltes commerciales modérées.

Nous basons l'étude de cas sur des gisements de myes optimaux d'une superficie totale de 7 500 ha. Cette superficie pourrait être accrue si l'on procédait à la remise en état des fonds. Nous supposons qu'une démarche axée sur les droits serait adoptée pour promouvoir et gérer le développement de la culture. Les droits peuvent être accordés sous forme de baux. Nous assumons que les exploitants diviseraient leurs baux en trois parts égales, ensemencées successivement, la récolte ayant lieu au cours de la troisième année.

Hypothèses

- Densité d'ensemencement = 350 juvéniles/m^2
- Survie = 65 % jusqu'au stade adulte avec un filet contre les prédateurs
- Densité finale = 228 myes/m^2; 0,3 kg poids frais/m^2 (à la récolte)
- Superficie totale de l'habitat = 310 000 ha
- Superficie de culture théorique = 2 500 ha/an (7 500 ha au total)
- Besoins annuels de naissain = 8 750 millions
- Récupération (@ 75 %) = 4 265 millions/an
- Cycle de croissance = 3 ans
- Superficie de culture totale 2 500 ha/an x 3 ans = 7 500 ha
- Coût du naissain = 0,005 $/jeune mye

- Coût de nurserie = 0,015
- Coût d'ensemencement (avec le filet) = 10 000 $/ha
- Coût total annuel du naissain/grossissement = 25 millions de dollars
- Poids moyen à la récolte = 0,010 g
- Taille marchande = 38 mm
- Poids total de la récolte = 43 millions de kilogrammes
- PUE = 300 kg/jour
- Prix au débarquement = 2,75 $/kg
- Revenu total = 117,3 millions de dollars

Discussion

Naissain

La taille du naissain au printemps dépend de la taille utilisée pour la culture en nurserie, mais la transplantation sur le terrain à 10 ou 15 mm est raisonnable.

Taux de survie

La mortalité est attribuable aux divers prédateurs, dont les gastropodes, les crabes, les némertes, les poissons et les oiseaux de rivage. Un ensemencement moins dense de *Mercenaria* (1 m^2) a produit un taux de survie atteignant 35 % (selon le substrat), même sans éloignement des prédateurs (Peterson *et al.*, 1995). L'ensemencement dispersé serait une stratégie efficace pour le réensemencement de gisements naturels plutôt que pour une culture intensive. Toute tentative d'ensemencement dense exige des filets contre les prédateurs en plastique flexible d'un maillage recommandé d'environ 6 mm. Un maillage plus fin entraînera l'encrassement et la sédimentation, tandis qu'un maillage plus grand laissera passer les prédateurs. Le filet est pressé sur le sédiment, ancré à ses extrémités et retenu au-dessus de la surface du sédiment par des flotteurs. La culture des bivalves en zone intertidale a recours depuis longtemps à divers mécanismes d'exclusion des prédateurs (p. ex. Cigarria et Fernandez, 2000; Grabowski *et al.*, 2000); il ne serait pas difficile d'en faire une application appropriée à divers secteurs de culture des myes.

Grossissement

Comme pour les juvéniles, la culture intertidale des myes exige une protection contre les prédateurs, la plus courante étant le filet. On a parfois recours à l'addition de gravier, mais cette méthode est moins pratique sur les substrats vaseux où *Mya* est souvent observée. Les dispositifs d'exclusion des prédateurs doivent être entretenus pendant tout le cycle de culture, car il faut en retirer les salissures et remplacer les filets, les ancres et les flotteurs. Les statistiques publiées sur le taux de rendement des myes ensemencées sont rares, mais Beal *et al.*, (1995) rapportent un taux de survie de 75 % des myes protégées dans la zone intertidale. La littérature sur d'autres espèces de coquillages porte à croire que la lutte contre les prédateurs peut entraîner un taux de survie susceptible d'atteindre 70 % par année. Par souci de prudence, nous assumons un taux de 65 % pour l'analyse. La durée de grossissement des myes destinées au marché (38 mm) sera d'environ deux ans, mais le taux de croissance est variable pour différentes populations (Witherspoon, 1982). Nous supposons trois ans pour l'analyse.

Récolte

On s'attend à ce que la récolte ait lieu à marée basse. La récolte traditionnelle de la mye se fait au râteau, mais le récolte au râteau automatisé est aussi possible à un coût raisonnable. Landry et Ouellette (1993) ont déterminé que le râteau hydraulique permettait de récolter 0,7 à 0,86 kg (poids frais) de myes par mètre carré de récolte. Les râteaux manuels ont donné un rendement de 50 % de ce total avec trois fois plus d'effort. Les platins utilisés pour cette étude avaient des densités de 75 myes au mètre carré, une densité caractéristique, de sorte que ce taux de récolte est raisonnable et peut être appliqué à grande échelle. La récolte est actuellement réalisée au râteau manuel et on suppose que le taux de récolte de 0,3 kg (poids frais) de myes/m^2 de zone de récolte est applicable.

Il est possible que l'exclusion des prédateurs favorise une hausse du rendement par rapport à la récolte des stocks sauvages, mais en l'absence de données pertinentes, on utilise pour les calculs les équivalents de productivité de la mye récoltée à l'état sauvage. On ne tient pas compte de la taille et de la densité différente aux divers niveaux intertidaux. Toutes les méthodes de récolte peuvent entraîner une mortalité indirecte des myes non capturées et même des recrues.

Prix de vente

Le prix de vente actuel sur le marché de 2,75 $ le kilogramme est utilisé dans l'analyse.

BIBLIOGRAPHIE

Abraham, B.J. & Dillon, P.L. 1986. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (mid-Atlantic)--- softshell clam. U.S. Fish. Wildl. Serv. Biol. Rep. 82 (11.68).

Cigarria, J. and Fernandez, J.M., 2000. Management of Manila clam beds I. Influence of seed size, type of substratum and protection on initial mortality. Aquaculture 182: 173-182.

Ellis, K.L., 1998, The Maine Clam Handbook. Maine-NH Sea Grant.

Grabowski, J.H., Powers, S.P., Hooper, M. 2000. Balancing tradeoffs between predator protection and associated growth penalties in aquaculture of northern quahogs, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758): a comparison of two common grow out methods. J. Shellfish Res. 19: 957-962.

Landry, T., M. Ouellette, 1993. Monitoring the impact of the hydraulic rake fishery on soft-shell clam stocks in Miramichi Bay, New Brunswick - 1992. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 12 p.

Peterson, C.H., H.C. Summerson, and J. Huber, 1995. Replenishment of hard clam stocks using hatchery seed: Combined importance of bottom type, seed size, planting season, and density. J. Shellfish Res. 14: 293-300.

Roegner, G.C., 1997. Hydrodynamic factors affecting the recruitment of bivalve molluscs in a tidally dominated estuary. PhD thesis, Dalhousie University.

Witherspoon, N.B., 1982. Population surveys of the soft-shell clam (*Mya arenaria*) in selected estuaries on the eastern shore of Nova Scotia, 1981. Estuarine and Inland Fisheries, N.S. Dept. of Fisheries, Rep. 82-03; 48 pp.

G.

OURSIN VERT

1. CONTEXTE

L'aire de l'oursin est circumpolaire. Elle s'étend des îles Aléoutiennes jusqu'à l'Oregon sur la côte ouest et, dans l'Atlantique Nord, du Groenland au cap Cod. Le varech est la nourriture privilégiée des adultes, bien que les oursins broutent aussi d'autres plantes et des matières animales vivantes ou mortes. Les plus grandes populations d'oursins verts se trouvent généralement autour des peuplements de varech dans la zone infratidale rocheuse et exposée. Dans ces habitats, l'eau est saturée ou sursaturée en oxygène et le taux d'échange de l'eau est rapide.

L'oursin a attiré énormément d'attention au cours des dernières décennies à cause de la valeur de ses gonades sur les marchés asiatiques. Cette situation a amené les plongeurs à cibler des stocks auparavant inexploités et a suscité des préoccupations à propos de la surexploitation. Mais la pêche par les plongeurs est peu susceptible de constituer une menace à la viabilité à cause de l'existence de refuges de reproduction et de l'obtention de la maturité à une taille inférieure à la taille légale. Les oursins ont un lien écologique étroit avec leur source de nourriture qu'est le varech et les oursins adultes se rassemblent généralement pour se nourrir, formant des « bandes de broutage » (Breen et Mann, 1976) qui se déplacent lentement mais continuellement dans les peuplements de varech. Ce sont ces adultes qui sont ciblés par la pêche.

Les oursins verts sont des herbivores qui vivent longtemps, qui ont une forte affinité pour les algues brunes comme source de nourriture. La qualité des gonades dépend de la saison, de la taille de l'oursin et de son état nutritionnel, les gonades étant en meilleur état dans les peuplements sains de varech (Hagen, 1998). La culture sur le fond de l'oursin vert est très différente de celle des bivalves dont nous avons parlé précédemment, puisque l'oursin a besoin d'un fond dur, ainsi que d'une source suffisante de macroalgues pour se nourrir. À cause de cette exigence, il est plus difficile de trouver un habitat approprié à partir des cartes sans les avantages de la vérification sur place.

Trois scénarios de mise en valeur de l'oursin sont possibles :

Collecte de naissain sauvage pour la culture intermédiaire et ensemencement par la suite

La fixation des larves d'oursin sur des collecteurs en plaquette a été réalisée au Japon, mais il n'y a pas d'expérience comparable dans l'Est du Canada qui permettrait d'estimer les taux de fixation, de survie et de croissance. En Californie, une culture expérimentale du varech a attiré suffisamment d'oursins pour décimer les algues. (Tegner, 1989).

Déplacement des oursins d'un sol nu vers les peuplements de varech pour la mise en valeur des gonades

La transplantation d'oursins à partir de sol stérile vers des peuplements de varech offre un potentiel intéressant puisque les secteurs peu fertiles sont parfois étendus, que les oursins sont faciles à y recueillir, que la taille plus grande au moment de la transplantation accroît le taux de survie et que la production de gonades en est améliorée lorsqu'ils atteignent les peuplements de varech. Bien que le recrutement soit plus grand dans les zones stériles que dans les peuplements de varech à cause du

nombre restreint de petits prédateurs, lorsque les zones stériles sont dépouillées des oursins pour la transplantation, elles peuvent se régénérer en peuplements de varech et perdre de leurs qualités comme source de recrues.

Les maladies peuvent également nuire à la disponibilité de cette source d'oursins. Il est risqué de supposer qu'il sera possible de gérer l'équilibre entre les peuplements de varech, les zones stériles et le recrutement des oursins de manière suffisamment fiable pour offrir une source constante de pré-adultes pour la transplantation. Une variante de ce scénario, la transplantation en « parcs d'engraissement » où des obstacles limitent les mouvements et où des algues ou d'autres sources de nourriture sont ajoutées, comporte d'importantes restrictions logistiques sur le plan de l'établissement et de l'entretien. Cette démarche a été expérimentée à l'échelle pilote en Colombie-Britannique (Clayton, W.E.L., 2001, comm. pers.).

Production en écloserie de juvéniles pour le réensemencement

Cette méthode est décrite ci-dessous et constitue la base de l'étude de cas.

2. EXIGENCES BIOPHYSIQUES

Caractéristiques de l'habitat

L'oursin vert peut tolérer des températures variant entre -1 °C et 20 °C (Scheibling et Stephenson, 1984). L'acclimatation saisonnière du métabolisme en hiver permet à l'oursin de se nourrir à un rythme rapide et d'accroître le poids des gonades. Cependant, on se rend compte que cette masse et sa qualité sont supérieures en eau chaude. L'oursin vert se retrouve dans des zones où les températures printanières ne dépassent pas les 6 °C à 8 °C parce que les larves tolèrent mal les eaux chaudes.

L'oursin vert est considéré comme étant sténohalin parce qu'il n'a pas d'organe excréteur et à cause de sa faible capacité d'osmorégulation. Cependant, certaines populations se sont adaptées à des salinités inférieures. L'oursin exposé à de plus grandes fluctuations de la salinité que celles auxquelles il est adapté subit des mortalités massives. Les juvéniles sont particulièrement sensibles aux fluctuations de salinité. Les oursins verts ne tolèrent pas la pollution et sont victimes de troubles de croissances, de sorte qu'ils servent souvent d'indicateurs de la pollution marine.

Résumé des paramètres biophysiques optimaux pour la culture de l'oursin vert

Substrat	**fond rocheux/peuplements de varech**
Profondeur	**zone intertidale jusqu'à 10 m**
Température	**-1 °C – 20 °C**
Salinité	**>30 o/oo**
Échange d'eau	**rapide pour une forte oxygénation**
Exposition	**sous la zone de déferlement**

3. MISE EN VALEUR DE L'OURSIN

Production de naissain

L'oursin vert peut être cultivé sans problème en écloseries, bien qu'il ne soit pas encore disponible sur demande. Il a servi de modèle pour des études de morphogénèse, de sorte que sa fécondation et les stades précoces de son développement sont bien connus.

Nurserie

Les jeunes oursins produits en écloserie seront conservés dans des centres aquacoles à terre (ou probablement dans des cages en mer) pendant environ un an jusqu'à l'ensemencement à une taille de 10 à 15 mm. Ce scénario est semblable à celui de la culture de l'ormeau, dont les jeunes sont nourris à l'aide d'un régime alimentaire de grande qualité pour améliorer la vigueur et le grossissement. Le régime s'est révélé un moyen de réguler le taux de croissance de l'oursin (Vadas *et al.*, 2000) et la mise au point d'autres régimes optimaux pour les juvéniles est un bon investissement dans le rendement de gonades à l'état adulte.

Ensemencement

Les jeunes oursins seront ensemencés sur des peuplements de varech existants. Pour créer un « front d'oursins » et optimiser leur alimentation, il serait souhaitable d'ensemencer par groupe de plusieurs centaines d'oursins. Le varech se trouve souvent dans des endroits exposés aux vagues, mais il serait prudent d'ensemencer au-delà de la zone de déferlement pour réduire le stress initial sur les jeunes oursins.

Si l'on se fie aux populations naturelles, il est possible que les oursins atteignent une taille commerciale (60 mm) en trois ans, mais étant donné les conditions alimentaires de l'environnement naturel, il serait probablement plus raisonnable de songer à un horizon de cinq ans. Il est important de faire visiter les emplacements de culture par des plongeurs afin de surveiller tout problème comme la maladie ou une surconsommation de varech. Les oursins seront prêts à se reproduire en hiver ou au début du printemps. L'état des gonades devrait être évalué afin d'optimiser la valeur de l'exploitation. La production à grande échelle et le réensemencement risquent de faire disparaître les peuplements de varech plus tôt qu'ils ne peuvent se reproduire, processus qui aurait des répercussions sur la durabilité de la récolte. L'alternance entre les peuplements de varech et les gisements peu productifs ne peut pas être contrôlée de façon rigide de sorte qu'on recommande d'introduire la pêche fondée sur la culture lentement, par étapes, des peuplements de varech pouvant être laissés tels quels sans les ensemencer d'oursins, pour servir de réserves de propagules de varech.

4. MODÈLE DE PACAGE MARIN

Superficie de culture potentielle

L'habitat potentiel de l'oursin vert défini est évidemment celui où il y aurait des peuplements de varech. Ces zones se trouvent en grande partie sur des côtes rocheuses et modérément exposées. Nous estimons la superficie totale offrant un potentiel à 780 000 ha. Les profondeurs varient entre 1 et 10 m, et les isobathes sont distancées, le type de fond étant rocheux et les roches émergentes n'étant pas abondantes. Sur certaines cartes, les peuplements de varech sont précisément indiqués.

Il faut cependant faire preuve de prudence puisque l'étendue du varech sur la côte ne peut être quantifiée de façon exacte à l'aide de cette méthode, de sorte qu'il faudra faire une estimation prudente de la superficie potentielle. L'habitat possible de l'oursin est très sensible aux limites, puisque le succès de l'ensemencement repose sur la présence de peuplements de varech. C'est pourquoi nous assumons qu'une superficie de 5 000 ha offrirait un potentiel optimal (1 000 ha étant ensemencés chaque année). Cette mesure tient non seulement compte des préoccupations à propos de l'habitat, mais aussi de la sensibilité à la structure et au potentiel de croissance de l'industrie.

Hypothèses

- Densité d'ensemencement = 300 juvéniles/m^2
- Survie = 10 % des adultes avec 80 % de récupération
- Densité finale = 30 adultes/m^2
- Superficie totale de l'habitat = 7 800 km^2 (780 000 ha)
- Superficie de culture théorique = 1 000 ha/an
- Besoins annuels de naissain = 3 000 millions
- Récupération (@ 0,1 x 0,8) = 240 millions/an
- Cycle de croissance = 5 ans
- Superficie de culture totale – 1 000 ha/an x 5 ans = 5 000 ha
- Coût du naissain = 0,020 $/jeune oursin
- Coût de nurserie = 0,010 $
- Coût de grossissement = sans objet
- Coût total de naissain/grossissement par année = 90 millions de dollars
- Poids moyen à la récolte = 0,100 g
- Taille marchande = 60 mm
- Poids total de la récolte = 24 millions kg
- PUE = 1 500 kg/jour/bateau
- Effort = 16 000 jours-bateaux
- Prix de vente = 5,50 $/kg
- Revenu total = 132 millions de dollars

Discussion

Taux de survie

Les juvéniles sont parfois sujets à de hauts niveaux de prédation dans les peuplements de varech. Les prédateurs comprennent les homards, les crabes, d'autres invertébrés et le poisson. Cette source de mortalité peut nuire au recrutement des oursins dans les peuplements de varech surexploités. Bien que les pressions exercées par la prédation soient réduites sur les sols peu fertiles, la qualité des œufs d'oursin y est aussi moindre à cause des restrictions alimentaires. L'étude de l'ensemencement d'autres espèces d'oursin montre des taux de mortalité hautement variables (Tegner, 1989) et il serait prudent d'assumer de fortes pertes chez les jeunes ensemencés dans le Canada atlantique, qu'on estime aux fins des présentes à 90 % de l'ensemencement à la récolte (10 % de taux de survie). On anticipe une mortalité par la prédation chez les adultes relativement faible par rapport aux juvéniles.

L'oursin vert est aussi susceptible aux infections catastrophiques par une amibe pathogène (*Paramoeba invadens*) qui peut causer un taux de mortalité de 99 %. Elle est responsable de mortalités massives d'oursins verts le long de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse entre 1980 et

1983 (Scheibling et Hennigar, 1997) et dans certains secteurs, de nouveau, vers la fin des années 1990. L'incidence des maladies est fortement liée à la température et la progression cesse sous 10 °C à 12 °C. Les mortalités massives catastrophiques constituent un important facteur de risque de toute tentative de mise en valeur de l'oursin par l'ensemencement sur le fond.

Densité d'ensemencement

Les oursins ensemencés ont tendance à se rassembler et, d'après les densités naturelles sur les peuplements de varech, nous estimons que la densité d'adultes sera de 100 oursins au mètre carré dans les regroupements occupant probablement 10 % du peuplement et 20 oursins au mètre carré qui occuperaient 90 % du peuplement de varech. L'ensemencement devra donc être fait à une densité moyenne d'environ 300 oursins au mètre carré pour arriver à cette proportion.

Récolte

La récolte doit être effectuée par des plongeurs comme elle se fait actuellement. On s'attend à ce qu'elle continue à se faire entre septembre et avril, avec une concentration de débarquements pendant la période de décembre à avril qui coïncide avec la reproduction. La récolte par rotation serait souhaitable, 20 % des peuplements ensemencés faisant l'objet de récolte au cours d'une année. Cette méthode permettrait au varech de repousser après la récolte. La densité des oursins adultes n'est pas uniforme sur les peuplements de varech à cause des « fronts » que forment les oursins pour brouter, 10 % de la zone contenant 100 oursins/m^2 et 90 % contenant 20 oursins/m^2. Nous supposons que les plongeurs récoltent 80 % des oursins adultes des peuplements de varech et que les gonades représentent 10 % du total du poids frais.

Prix au débarquement

Les prix varient selon l'approvisionnement mondial (en hausse) et les conditions du marché au Japon, principal débouché de cette espèce. Au cours des cinq dernières années, les prix ont varié entre 4 $ et 6,50 $/kg. Nous utilisons un prix à long terme de 5,50 $/kg pour l'analyse.

BIBLIOGRAPHIE

Breen, P.A. & Mann, K.H., 1976. Destructive grazing of kelp by sea urchins in eastern Canada. Jour. of the Fish. Res. Bd. Can. 33: 1278-1283.

Clayton, W.E.L., 2001. Personal Communication.

Hagen, N., 1998. Effect of food availability and body size on out-of-season gonad yield in the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. J. Shellfish Res. 17: 1533-1540.

Russell, M.P., T.A. Ebert, P.S. Petraitis, 1998. Field estimates of growth and mortality for the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. Ophelia 48: 137-153.

Scheibling, R.E. & Hennigar, A.W., 1997. Recurrent outbreaks of disease in sea urchins *Strongylocentrotus droebachiensis* in Nova Scotia: evidence for a link with largescale meterologic and oceanographic events. Mar. Ecol. Prog. Ser. 152: 155-165.

Tegner, M.J., 1989. The feasibility of enhancing red sea urchin, *Strongylocentrotus francisanus*, Stocks in California: an analysis of the options. Mar. Fish. Rev. 51: 1-22.

Vadas, R.L., Beal, B., Dowling, T., Fegley, J.C., 2000. Experimental field tests of natural algal diets on gonad index and quality in the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*: a case for rapid summer production in postspawned animals. Aquaculture 182, 115-135.

H.

HUÎTRE AMÉRICAINE ET PALOURDE AMÉRICAINE

1. CONTEXTE

Ces espèces ne faisaient pas partie des espèces soumises à une analyse détaillée selon le mandat de notre étude. Elles ont été ajoutées parce qu'elles offrent un excellent potentiel de mise en valeur au moyen de la méthode d'ensemencement sur le fond.

Il existe un habitat substantiel pour ces deux espèces dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

- Les huîtres ont besoin d'un habitat d'estuaire avec un fond stable et ferme. Une estimation établit la superficie potentielle totale à environ 6 200 ha (Lavoie, 1995). Pour les besoins de l'analyse, nous supposons qu'une superficie de 3 000 ha offrirait des conditions optimales de croissance. De plus, nous assumons que 600 ha sont mis en valeur et ensemencés chaque année, avec une récolte par rotation. La période de croissance est de cinq ans.

- Les palourdes américaines occupent la zone intertidale jusqu'à une profondeur de 2 à 3 m sur un fond sablonneux et vaseux. La superficie potentielle totale n'a pas été évaluée. Aux fins de l'étude, nous supposons qu'une superficie de 2 000 ha offre des conditions optimales de croissance. Nous assumons également que 500 ha sont ensemencés chaque année avec une récolte par rotation. La période de croissance est de six ans.

Ces deux espèces font l'objet de pêches commerciales. L'Île-du-Prince-Édouard est la principale zone de production des huîtres, représentant environ 85 % de la récolte de 7 millions de dollars dans la région du Canada atlantique en 1999. Il y a dans cette province une longue tradition de mise en valeur de l'huître, plusieurs programmes déjà existants visant à remettre en état des gisements déjà connus. Ces programmes comprennent le captage de naissain, l'établissement de gisements (sur un collecteur de coquillages), la lutte contre les prédateurs (principalement au moyen de casiers à étoiles de mer) et le reparcage des huîtres pour rétablir les populations. L'expansion de ces programmes sera néanmoins essentielle si l'on veut réaliser pleinement le potentiel établi dans l'étude de cas.

La palourde américaine se trouve principalement entre la baie Miramichi au Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Cap-Breton dans le golfe du Saint-Laurent (y compris l'Île-du-Prince-Édouard). C'est une espèce robuste à coquille très épaisse, résistante aux prédateurs. Elle soutient une industrie de culture sur le fond florissante dans l'est et le sud des États-Unis. Les travaux de mise en valeur en vue de la culture de l'espèce ont commencé à l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau-Brunswick. Le naissain d'écloserie est disponible et des expériences sont tentées au moyen de méthodes d'éloignement des prédateurs. La pêche commerciale, basée sur des stocks sauvages et de culture, rapporte environ un million de dollars par année.

2. POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT

Les hypothèses et les résultats des études de cas sont résumés au chapitre II, tableau 1.